14/E

MEDDELELSER

FRA

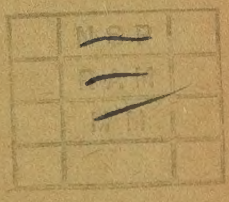
DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

NR. 51
(BIND XV HEFTE 3)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

REDAKTØRER:
ELIAS MORK OG
CONRAD BONNEVIE-SVENDSEN

VOLLEBEKK 1958



DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

JARLE BERGAN

Et gjødslingsforsøk i en yngre granplantning i Troms.

A Fertilizing Experiment in a Young Plantation of Norway Spruce in Troms.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelelser-fra-det-norske-skogforsoksvesen_1958_15_3

Innhold.

I. Innledning 253
II. Problemstilling 253
III. Planlegging 253
IV. Klima, vegetasjon og jordbunn 255
V. Revisjon 255
VI. Behandlingen av materialet 256
A. Gjødslingens varighet 256
B. Virkningen på samtlige målte trær 256
C. Virkningen 1951–1954 på 10 trær pr. rute 259
D. Virkningen 1951–1954 på tre trær fra forskjellige høydeklasser 260
E. Den totale gjødselvirkning 1951–1957 261
VII. Sammendrag 268
Litteratur 268
A fertilizing experiment in a young plantation of Norway spruce in Troms 269

I. Innledning.

Våren 1951 ble det på Diviåsen i Øverbygd anlagt et gjødslingsforsøk med kvelstoff, kalium og forsfor. Feltet ble lagt ut i en granplantning fra 1937 med 2/2 gran av proveniens P 100. Jordbunns- og vegetasjonsforholdene tydet på en middels bonitet sett i forhold til produksjonsmulighetene i Troms. Det samme gjorde plantningens utvikling inntil 1950, og det var derfor rimelig å anta at en her ville kunne oppnå en tilvekstøkning ved gjødsling.

Forsøket er av orienterende karakter. Resultatene vil derfor tjene som støtte for opplegget av eventuelle senere gjødslingsforsøk på liknende marktyper.

II. Problemstilling.

Formålet med forsøket var å undersøke:

1. Muligheten for å øke tilveksten i yngre granplantninger på middels bonitet i Troms gjennom gjødsling med et eller flere av de tre hovednæringsstoffene: kalium, kvelstoff og fosfor.
2. Forholdet mellom gjødslingseffekt og gjødselslag.
3. Forholdet mellom gjødslingseffekt og gjødselmengde.
4. Samspillet mellom de forskjellige gjødselslag.
5. Eventuelle skadevirkninger, f. eks. frostskader.
6. Brukbarheten av den valte forsøksplan.

III. Planlegging.

Til kvelstoffgjødsel ble brukt kalksalpeter som består vesentlig av $Ca(NO_3)_2$ sammen med litt NH_4NO_3. Kvelstoffinnholdet er ca. 15,5% og altså mest i form av nitratkvelstoff.

Superfosfat (7,4–8,3%) og 40% kali (40% K_2O) ble nyttet som fosfor- og kaligjødsel.

For kvelstoff og kalium ble valt følgende tre gjødselmengder: 0 kg, 15 kg og 30 kg pr. da, mens de tilsvarende tall for superfosfat var: 0 kg, 25 kg og 50 kg pr. da. I tabeller og figurer er gjødselslag og gjødselmengder kalt:

N 1 = 0 kg kalksalpeter pr. da.
N 2 = 15 kg » » »
N 3 = 30 kg » » »
K 1 = 0 kg 40 % kali » »
K 2 = 15 kg » » »
K 3 = 30 kg » » »
P 1 = 0 kg superfosfat » »
P 2 = 25 kg » » »
P 3 = 50 kg » » »

I forsøket ble det således $3^3 = 27$ mulige kombinasjoner. Det ble målt ut 3 blokker a 3 × 3 ruter. I hver blokk forekom de enkelte gjødselslag tre ganger med hver av de tre gjødselmengder, dvs. 9 forskjellige kombinasjoner i hver blokk. På denne måten ble alle 27 mulige kombinasjoner representert i forsøket (se fig. 1).

3 N1P3K1	6 N2P1K3	9 N3P1K1			
2 N2P2K1	5 N1P1K2	8 N2P3K2			
1 N1P2K3	4 N3P3K3	7 N3P2K2			
12 N2P2K2	15 N3P3K1	18 N1P1K3	21 N3P1K3	24 N1P1K1	27 N3P3K2
11 N3P2K3	14 N1P2K1	17 N2P3K3	20 N2P1K2	23 N2P2K3	26 N1P2K2
10 N2P1K1	13 N3P1K2	16 N1P3K2	19 N1P3K3	22 N3P2K1	25 N2P3K1

Fig. 1. Forsøksplanen. *The experimental plan.*

Rutestørrelsen var 11 × 11 m med et grensebelte på 1 m. Den effektive rutestørrelse ble derfor 9 m × 9 m, og det effektive grensebelte 2 m.

Alle gjødselsortene ble strødd ut våren 1951.

IV. Klima, vegetasjon og jordbunn.

Den midlere nedbørhøyde i Øverbygd for mai-oktober for perioden 1900–1940 var 300 mm, dvs. vel halvparten av årsnedbøren. Nedbøren i tidsrommet som forsøket har pågått, har variert fra ca. 270–330 mm.

Jordarten består av morenejord, og jordprofilet er podsolprofil med ca. 5 cm råhumuslag. Helningen er svak mot nordvest.

På hver gjødselrute ble det våren 1951 foretatt fire vegetasjonsanalyser på 1 m × 1 m ruter, tilsammen 108. Disse viste at det i feltsjiktet forekom i alt 23 arter. De viktigste var: *Deschampsia flexuosa*, *D. caespitosa*, *Lastrea dryopteris* (*Dryopteris linnaeana*) og *Vaccinium myrtillus*. Dessuten fantes på de fleste rutene: *Cornus suecica*, *Trientalis europea*, *Linnaea borealis*, *Luzula pilosa og Solidago virgaurea*. På noen av rutene var også *Vaccinium vitis-idaea*. Bunnsjiktet ble dominert av *Hylocomium splendens*, *H. schreberi* samt *Polytrichum commune*. *Lophozia lycopodioidis* og *Rhodobryum roseum* ble registrert på de fleste gjødselrutene.

V. Revisjon.

Plantene var satt ut med ca. 1,4 m kvadratisk forband. Avgangen har vært meget liten. På hver effektiv rute ble det ved anlegget nummerert 41 trær. Totalhøyden høsten 1950 ble målt opp på samtlige trær, likeså lengden av de tre siste toppskuddene før gjødsling (1948–50).

Feltet ble første gang revidert i 1954. De enkelte toppskudd 1951–54 ble målt i hele cm og vegetasjonsrutene analysert. Vegetasjonen var ikke merkbart forandret med hensyn til utbredelse og innvandring av nye arter. Tamm (1956) fant i sine gjødslingsforsøk på mager sandmark en viss positiv virkning på veksten av *Deschampsia flexuosa*, et forhold som også kan ha gjort seg gjeldende de to-tre første årene i dette forsøket uten at dette ble påvist ved revisjonen i 1954.

Av forskjellige grunner som vil bli nevnt senere, ble feltet revidert siste gang høsten 1957 ved måling av toppskuddene 1955–1957 på 10 trær pr. rute. Vegetasjonsrutene ble da ikke revidert. Det var heller ikke nå noe som tydet på forandring i vegetasjonen.

VI. Behandlingen av materialet.

A. Gjødslingens varighet.

Ved revisjonen i 1954 ble det funnet en betydelig økning i toppskuddlengden på de gjødslede rutene etter 1950 (se fig. 2). Allerede i gjødslingsåret 1951 synes det å være en positiv virkning. En del av økningen skyldes nok klimatiske årsaker sammen med en naturlig tiltakende høydetilvekst med større høyder. Utviklingen på den ugjødslede ruten tyder imidlertid på at det også må ha vært en betydelig gjødselvirkning. Økningen er størst i 1954 hvoretter den igjen kuliminerer. Når virkningen er størst i 1954, kan dette bl. a. også skyldes de gunstige temperaturforhold i 1953 og 1954. Temperaturen er en minimumsfaktor så langt mot nord, og det er derfor rimelig at gjødselvirkningen blir størst i gode vekstår.

Kurvene i fig. 2 tyder på at gjødselvirkningen har vart i minst fem år etter gjødslingen. En del av rutene har hatt gjødselvirkning også i 1956. Noen få ruter synes å ha en liten gjødselseffekt i 1957. Da den ugjødslede ruten har noe større toppskudd enn de fleste rutene før 1951, er gjødselvirkningen antagelig noe større enn differansene gir uttrykk for.

B. Virkningen på samtlige målte trær.

Ser en på tallene for samtlige trær i tab. 1, er det bare en av de 27 rutene som har mindre toppskuddsum i perioden 1951–1954 enn kontrollruten (ugjødslet). I de tre årene umiddelbart før gjødslingen var det bare en rute som hadde større toppskudd enn kontrollruten.

En varianseanalyse av toppskuddtilveksten 1951–1954 viser imidlertid intet statistisk sikkert utslag med hensyn til økt høydetilvekst for de forskjellige gjødselslag. Heller ikke er det noen sikker forskjell mellom toppskuddene ved stigende gjødselmengder. Årsaken kan bl. a. være at de ensidig gjødslede rutene synes å ha hatt like stor økt høydetilvekst som de to- og tresidig gjødslede rutene. Dette kunne tyde på at de brukte gjødselmengder er så store at faktorer som f. eks. temperaturen, har begrenset gjødselvirkningen. Videre kan det tenkes at mangel på andre næringsstoffer (f. eks. mikronæringsstoffer) har gjort sitt til at gjødseleffekten ikke er blitt større ved økte gjødselmengder. Tab. 2 viser at det er bare kvelstoffet som synes å ha en svak positiv virkning, uten at denne er statistisk sikker.

Årsaken kunne også være ulikheter i utgangsmaterialet på grunn av forskjellige vekstmuligheter. Det er derfor foretatt en korreksjon for høydeforskjellen i 1950 mellom de forskjellige forsøksledd. Toppskuddene 1948–1950 kunne også tenkes å være en brukbar korreksjonsfaktor. For trærne

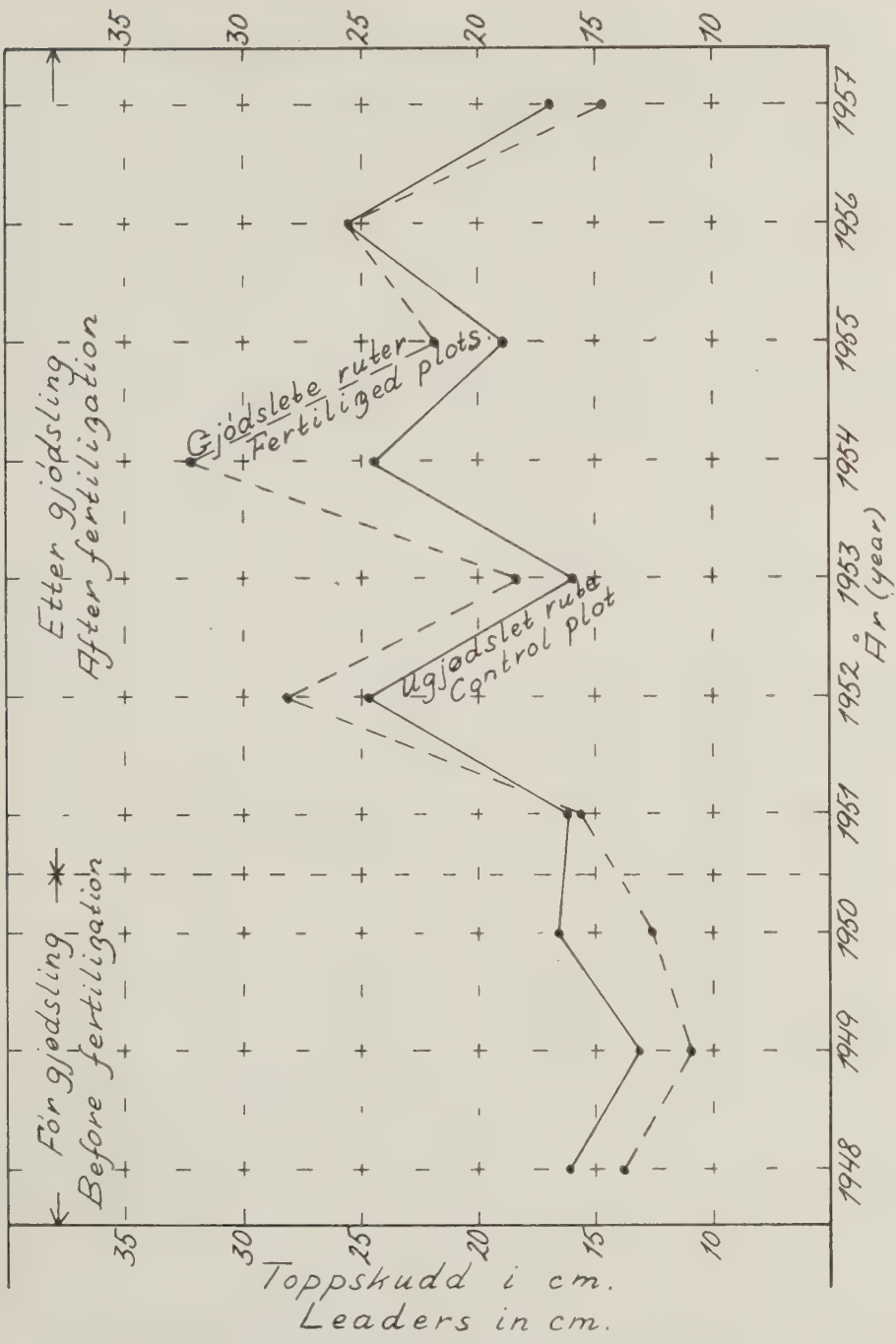


Fig. 2. Toppskuddutvikling før og etter gjødsling.
Development of leaders before and after fertilization.

Tabell 1. Forskjellen i høydetilvekst 1951–1954 mellom gjødslede ruter og kontrollruten.
The difference in height growth 1951–1954 between the fertilized plots and the control plot.

Gjødsling *Fertilizing*	Økning i sum toppskuddlengder i cm. *Increase of the leaders in cm.*						Korrigerte resultater i cm. *Adjusted results in cm.*								
	Alle trær *All trees*			10 trær *10 trees*			Alle trær *All trees*			10 trær *10 trees*			3 trær *3 trees*		
	N 1	N 2	N 3	N 1	N 2	N 3	N 1	N 2	N 3	N 1	N 2	3 N	N 1	N 2	N 3
P 1 K 1	0	25	13	0	23	16	0	18	12	0	22	21	0	26	36
P 1 K 2	16	18	23	14	18	21	7	33	11	14	36	24	16	44	37
P 1 K 3	11	25	10	12	21	10	8	18	23	15	22	33	31	35	41
P 2 K 1	22	22	11	20	23	16	22	12	25	32	23	36	24	43	44
P 2 K 2	0	÷ 4	8	÷10	2	4	16	11	13	17	15	17	33	36	47
P 2 K 3	3	12	37	6	20	32	1	25	36	10	41	40	28	39	62
P 3 K 1	22	4	14	5	2	15	14	17	19	10	27	36	27	32	53
P 3 K 2	17	27	7	13	19	5	4	25	25	13	26	37	24	44	57
P 3 K 3	14	23	13	21	30	7	14	26	5	33	47	9	32	61	46

på kontrollruten er det utført en regresjonsanalyse mellom høydene i 1950 og de målte toppskuddlengder etter 1950. Det er også utført en regresjonsanalyse på grunnlag av toppskuddene 1948–50 i stedet for høydene. På denne måten får en et tilnærmet uttrykk for de ventede toppskuddlengder uten gjødsling for de forskjellige høyder. Da gjennomsnittshøyden i 1950 for de enkelte ruter i forsøket (1,0–2,0 m) er lavere på de fleste gjødslede rutene enn på den ugjødslede, tyder dette på at kontrollruten har bedre bonitet enn de fleste andre rutene i forsøket. En slik beregning skulle derfor snarere undervurdere enn overvurdere gjødselvirkningen.

Regresjonsanalysene for toppskuddene før og etter gjødsling viste seg å gi det beste resultat. Forholdet mellom sum toppskudd 1948–1950 (t) og toppskuddlengden etter 1950 (T) for perioden 1951–1954 var:

$T = 2{,}62 + 1{,}9571\ t$

$r = 0{,}9727$

I tabellene er gjødselvirkningen derfor også uttrykt i cm øket (eller minsket) toppskuddlengde i forhold til de ventede toppskudd uten gjødsling (korrigerte resultater).

En slik korrigering av tabellene for samtlige trær gjør at den positive effekt av gjødslingen trer klarere fram (se tab. 1 og 2). Varianseanalysen gir imidlertid heller ikke nå noen statistisk sikker effekt.

Tabell 2. Gjennomsnitlig gjødselvirkning av de enkelte gjødselsorter på høydetilveksten 1951–54. *Average response of the fertilizers on the height growth 1951–54.*

Gjødselsort i kg pr. da. *Nutrient additions in kg/da.*	Økning i sum toppskuddlengder i cm. *Increase of the leaders in cm.*		Korrigerte resultater i cm. *Adjusted results in cm.*		
	Alle trær *All trees*	10 trær *10 trees*	Alle trær *All trees*	10 trær *10 trees*	3 trær *3 trees*
15 kg kalksalpeter ($Ca(NO_3)_2$)	5	9	11	13	17
30 kg kalksalpeter ($Ca)(NO_3)_2$)	3	5	9	12	22
15 kg 40 % kali (40 % K_2O)	÷ 3	÷ 3	0	÷ 1	6
30 kg 40 % kali (40 % K_2O)	1	5	1	5	12
25 kg superfosfat ($CaPO_4$)	÷ 4	÷ 2	4	5	12
50 kg superfosfat ($CaPO_4$)	0	÷ 2	3	5	13

C. Virkningen 1951–1954 på 10 trær pr. rute.

Ved revisjonen i 1954 ble det registrert en del toppskader, hovedsakelig frostskader, men også noen skader som følge av snøbrekk (se side 267).

En kunne heller ikke se bort fra muligheten for at trærne i periferien på de enkelte gjødselruter kunne nyttiggjøre seg noe av gjødselvirkningen på de tilstøtende ruter (2 m effektivt grensebelte). Dette sammen med ønsket om å få mer ensartet materiale på de enkelte ruter, gjorde at det i 1957 ble målt bare 10 trær midt inne på hver rute. Trær med synlige toppskader eller som var spesielt små og tydelig veksthemmet, ble ikke tatt med. Det samme gjelder typiske «sprintere».

For de korrigerte verdier av 10 trær pr. rute i perioden 1951–1954 kommer gjødselvirkningen tydeligere fram (se tab. 1 og 2). Først og fremst gjelder dette kvelstoffet ($P = 0{,}05$). Det er verd å legge merke til at det er særlig N 3 P 3 K 3 — ruten som er upåvirket av korreksjonen. Med en gjødselplan som den her valte, spiller en slik variasjon i materialet en vesentlig rolle for varianseanalysen ved å influere forholdsvis mye på virkningen av største gjødselmengde. Det synes derfor urimelig å tolke resultatene av gjødselvirkningen bare på grunnlag av en varianseanalyse alene. Tamm (1956) peker også på at varianseanalysen i hans kvelestoff-forsøk på mager sandmark synes å gjøre en viss urett mot materialet.

En fullstendig riktig korreksjon for ulikheten i utgangsmaterialet er meget vanskelig. Produksjonsmuligheten blir forskjellig selv innenfor et såvidt lite område som det forsøket omfatter. De ulikheter i tilvekst som registreres fra rute til rute, gir derfor ikke noe fullstendig riktig uttrykk for virkningen av de forskjellige forsøksledd. Det ville derfor være bedre å stille færre og enklere spørsmål for på denne måten å få flere gjentakelser og kontrollruter innenfor samme areal.

Møller (1954) hevder det samme i forbindelse med opplegget av sine gjødslingsforsøk.

D. Virkningen 1951–1954 på tre trær fra forskjellige høydeklasser.

For ytterligere å belyse den betydning som variasjonen i utgangsmaterialet har, er det også foretatt et utvalg av tre trær på hver rute fra tre forskjellige høydeklasser (1950). Det ble søkt å finne trær som ikke bare hadde samme toppskuddsum 1948–1950, men som samtidig også hadde noenlunde samme toppskuddvariasjon de enkelte år i denne perioden.

1 tre: Høyde 1,0–1,5 m, toppskuddsum 20–25 cm.
1 tre: Høyde 1,5–2,0 m, toppskuddsum 40 cm.
1 tre: Høyde over 2,0 m, toppskuddsum 50–55 cm.

Videre er de tatt ut midt inne på hver rute. Forskjellen mellom de tilsvarende trær på hver rute er altså så liten som overhodet mulig med hensyn til høyden i 1950 og toppskuddvariasjonen i 1948–1950.

Tabell 3. Gjennomsnittlig gjødselvirkning på høydetilveksten 1951–54 i cm gruppert etter forskjellig høydetilvekst 3 år før gjødsling.
Average response of the fertilizers on the height growth 1951–54 when grouped with regard to the height growth three years before the fertilization.

Gjødselsort i kg pr. da. *Nutrient additions in kg/da.*	H = 1,0–1,5 m *T = 20–25 cm.*	H = 1,5–2,0 m *T = 40 cm.*	H = over 2 m *T = 50–60 cm.*
15 kg kalksalpeter ($Ca(NO_3)_2$) ..	19	14 (21)*	17
30 kg kalksalpeter ($Ca(NO_3)_2$)	27	21 (27)	19
15 kg 40 % kali (40 % K_2O)	8	10 (13)	1
30 kg 40 % kali (40 % K_2O)	17	10 (15)	8
25 kg superfosfat ($CaPO_4$)	23	7 (9)	5
50 kg superfosfat ($CaPO_4$)	20	10 (19)	6

* De tilsvarende tall for perioden 1951–57. *The corresponding figures for the period 1951–57.*

Det er interessant å se resultatene av disse beregninger (se tab. 1, 2 og 3). For de tre trærne sett under ett er gjødslingseffekten statistisk sikker for de tre gjødselslagene. Særlig gjelder dette kvelstoffet (P = 0,001) og fosfatet (P = 0,01), men også kalium har en variansekvotient som gir grunn til å tro at effekten er statistisk sikker (P = 0,05).

En beregning av tallene for de enkelte høydeklasser viser størst gjødslingseffekt for de minste trærne (kvelstoff: P = 0,001, fosfor og kalium: P = 0,01). Tamm (1956) kom til et liknende resultat med hensyn til kvelstoffgjødslingen på undertrykte trær (furu). For høydeklassene 1,5–2,0 m er variansekvotienten signifikant for kvelstoffet (P = 0,01), mens effekten av fosfor og kalium ikke er sikker (P = 0,2). Høydeklassen over 2 m gir bare sikkert utslag for kvelstoff (P = 0,01).

E. Den totale gjødselvirkning 1951–1957.

I tab. 4 er de korrigerte resultatene for gjødselvirkningen på 10 trær i hele perioden 1951–1957, dvs. hele tidsrommet virkningen synes å ha vart. På grunnlag av det foregående har jeg delt inn materialet i 3 klasser:

Klasse I: Toppskudd 1948–1950 under 35 cm.
» II. » 1948–1950 35—45 cm.
» III: » 1948–1950 over 45 cm.

Resultatene viser de samme tendenser som enkelttrærne som ble behandlet i det foregående. Kalium og fosfor synes å ha hatt virkning først og fremst på klasse I, men også noe på klasse II. Kvelstoffet ser derimot ut til å ha hatt virkning på alle tre klassene. Interessant er det å se virkningen av N 1, N 2 og N 3 på de tre klassene (se fig. 3). Effekten er

Tabell 4. Forskjellen i høydetilvekst 1951–1957 i cm mellom gjødslede ruter og kontrollruten.
The difference in height growth 1951–1957 in cm. between the fertilized plots and the control plot

	Klasse	N1P1	N1P2	N1P3	N1	N2P1	N2P2	N2P3	N2
	1	0	45	19	21	62	28	42	44
K 1	2	0	43	9	17	23	36	47	35
	3	0	11	6	6	44	22	40	35
Gj.snitt		0	33	11	15	43	29	43	38
	1	51	22	43	39	45	12	35	31
K 2	2	2	20	36	19	48	43	35	42
	3	12	21	22	18	40	÷6	24	19
Gj. snitt		26	21	34	25	44	16	31	31
	1	60	41	35	45	25	53	53	44
K 3	2	30	18	58	35	36	51	64	50
	3	7	÷8	18	6	14	52	48	38
Gj.snitt		32	17	37	29	25	52	55	44
Sum	1	111	108	97	35	132	93	130	39
K1 K2 K3	2	32	81	103	24	107	130	146	43
	3	19	24	46	10	98	68	112	31
Gj.snitt		18	24	27	23	37	32	43	38

		N3P1	N3P2	N3P3	N3	P1	P2	P3	K
	1	22	45	38	35	28	39	33	33
K 1	2	51	46	46	48	25	42	34	33
	3	32	48	32	37	25	27	26	26
Gj.snitt		35	46	39	40	26	36	31	31
	1	47	26	36	36	39	20	38	32
K 2	2	38	17	69	41	29	27	47	34
	3	23	32	40	32	28	16	29	24
Gj.snitt		36	25	48	36	32	21	38	31
	1	54	42	÷3	31	46	45	28	40
K 3	2	24	57	15	32	30	42	46	39
	3	23	41	9	24	15	28	25	23
Gj.snitt		34	47	7	29	30	38	33	34
Sum	1	123	113	71	34	113	104	99	316
K1 K2 K3	2	113	120	130	40	84	111	127	322
	3	78	121	81	31	68	71	80	219
Gj.snitt		35	39	31	35	29	32	34	32

forholdsvis størst på klasse III, men dette skyldes nok først og fremst at fosfor og kalium har hatt liten virkning på klasse III, og at de forskjellige kombinasjoner hvor kvelstoffet inngår, derfor øker tilveksten forholdsvis mye. Dette forhold har vært nevnt tidligere som en av årsakene til manglende signifikante verdier for gjødsling i en del av analysene. Det ser ut som utslaget for fosfor og kalium i klassene I og II er så vidt stort at kvelstofftilsetningen ikke øker tilveksten vesentlig.

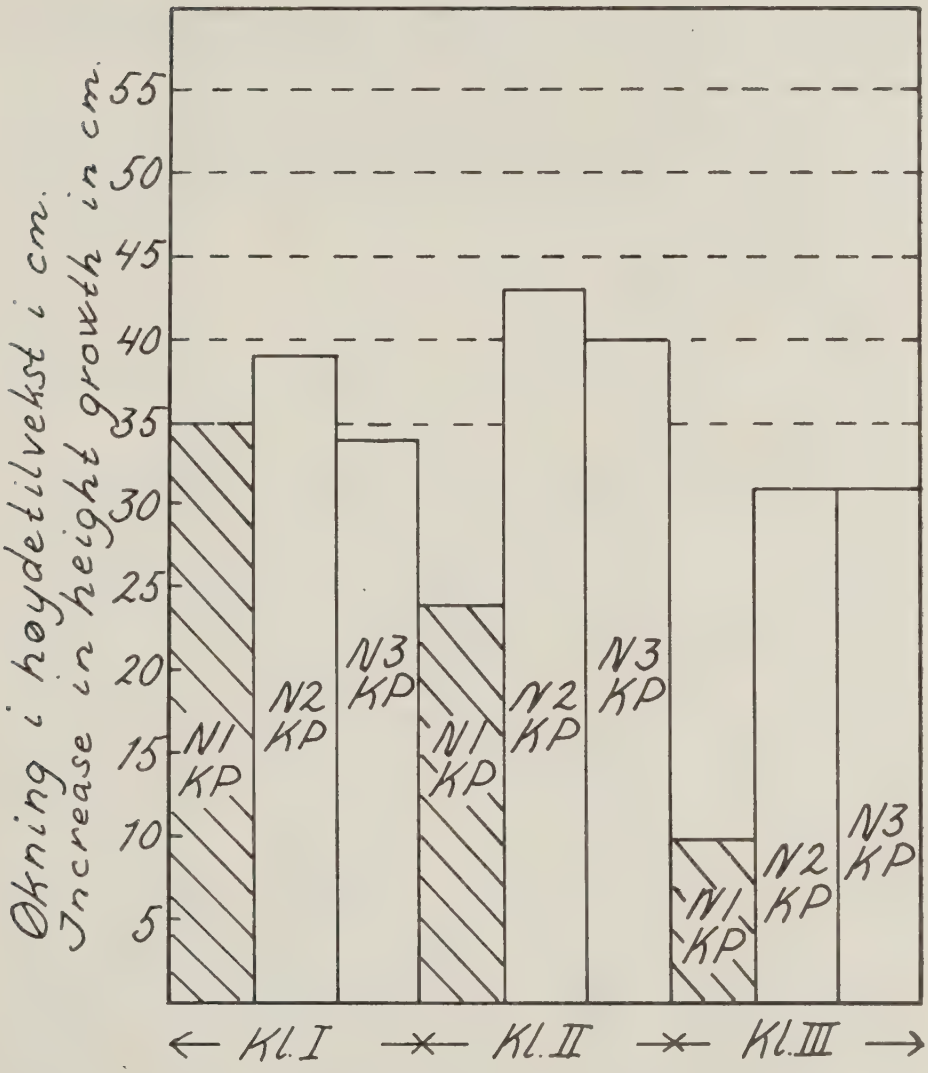


Fig. 3. Gjødselvirkning 1951–1957 for forskjellige høydeklasser.
Effect of fertilization 1951–1957 for the different height classes.

Varianseanalysen gir derfor det sikreste utslag for kvelstoff i klasse III (P = 0,01) mens klasse II for kvelstoff gir P = 0,05. Klasse I har således ikke signifikante verdier for noen av gjødselslagene.

Det er nødvendig igjen å påpeke uregelmessigheten på ruten N 3, P 3, K 3. Denne er en sterkt medvirkende faktor til å gjøre resultatet av varianseanalysen usikrere. Grunnen til denne uregelmessighet er ikke så lett å finne. Det eneste synlige forhold som skiller denne ruten ut fra de øvrige ruter, er mengden av *Deschampia flexuosa*. Denne var

vesentlig større på N 3, P 3, K 3-ruten før gjødslingen. Det kan tenkes at grasveksten her har vært en sterk konkurrent om de tilførte gjødselmengder.

Den totale gjødselvirkning 1951–1957 for de utvalte enkelttrærne i høydeklasse 1,5–2,0 m og med toppskuddsum 40 cm (1948–1950) er satt opp i tab. 5. Det er en temmelig sikker tendens til økt høydetilvekst for de tre gjødselslag:

Kvelstoff : P = 0,001
Fosfor : P = 0,01
Kalium : P = 0,05.

Dessuten er det her en negativ samspilleffekt mellom kvelstoff og kalium (P. = 0,05).

Tabell 5. Forskjellen i høydetilvekst mellom gjødslede ruter og kontrollruten i cm.
The difference in height growth between the fertilized plots and the control plot in cm.

Gjødsling *Fertilizing*	1951–1957			1954		
	40 cm høydetilvekst 1948–1950 *40 cm. height growth 1948–1950*			10 trær ukorrigert *10 trees not adjusted*		
	N 1	N 2	N 3	N 1	N 2	N 3
P1 K1	0	37	57	0	7,5	10,0
P1 K2	31	72	66	6,0	8,5	11,5
P1 K3	42	51	48	7,0	6,0	7,0
P2 K1	24	45	71	7,5	10,0	11,0
P2 K2	26	64	59	0	4,5	3,0
P2 K3	63	61	71	4,0	13,0	16,5
P3 K1	39	56	74	2,5	1,5	8,5
P3 K2	55	67	80	9,0	10,5	4,0
P3 K3	60	82	63	10,0	18,5	1,5

Tallene for den økte høydetilvekst i de 7 årene etter gjødsling viser for kvelstoffet en økning i høydene på 40–50 cm ved de tilførte ensidige kvelstoffmengder, dvs. ca. 3 års normal tilvekst på dette gjødslingsfeltet. Også kalium og fosfor har for de laveste høydeklassene gitt et lignende resultat, særlig da klasse I. Tallene er imidlertid basert på sammenligning med den ugjødslede ruten. Da denne synes å ha hatt en noe gunstigere utvikling før gjødslingsåret enn de fleste andre rutene, skulle en tro at gjødselvirkningen er enda større enn den tallene i tabellene gir uttrykk for.

Ved allsidig gjødsling ser det ut som en har vunnet opptil 4–5 års tilvekst. I fig. 2 framgikk det at toppskuddene umiddelbart før gjødslingen var ca. 13 cm i gjennomsnitt. I tab. 5 er de absolutte tall for gjødslingsåret 1954. De viser på de fleste rutene over 50% økning. Noen har opptil 100% økning i dette gunstige året. De korrigerte tall viser enda gunstigere resultat.

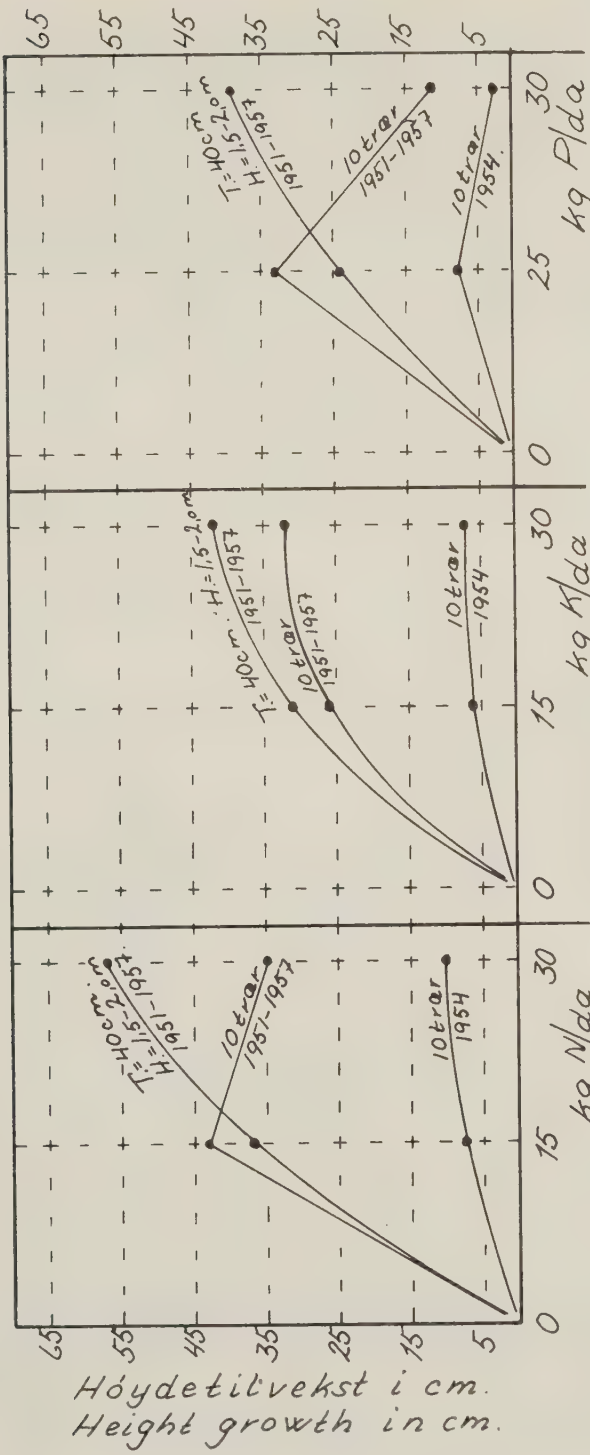


Fig. 4. Økning i høydetilveksten ved ensidig gjødsling av N, P og k.
Increase in height growth by one-sided additions of N, P and K.

Når det gjelder virkningen av de forskjellige gjødselslag, ser det altså ut som det først og fremst er kvelstoffet som gir det største utslag. Møller og Schaffalitzky de Muckadell (1957) har i sine gjødslingsforsøk i yngre granplantninger kommet til samme foreløpige resultater. Forøvrig er også deres resultater preget av usikkerhet.

I fig. 4 er en grafisk framstilling av forholdet mellom gjødseleffekten og de tilførte gjødselmengder på de ensidig gjødslede ruter. Når 30 kg kalksalpeter her synes å ha gitt mindre virkning på «10 trær» enn 15 kg, skyldes nok dette variasjonen i utgangsmaterialet.

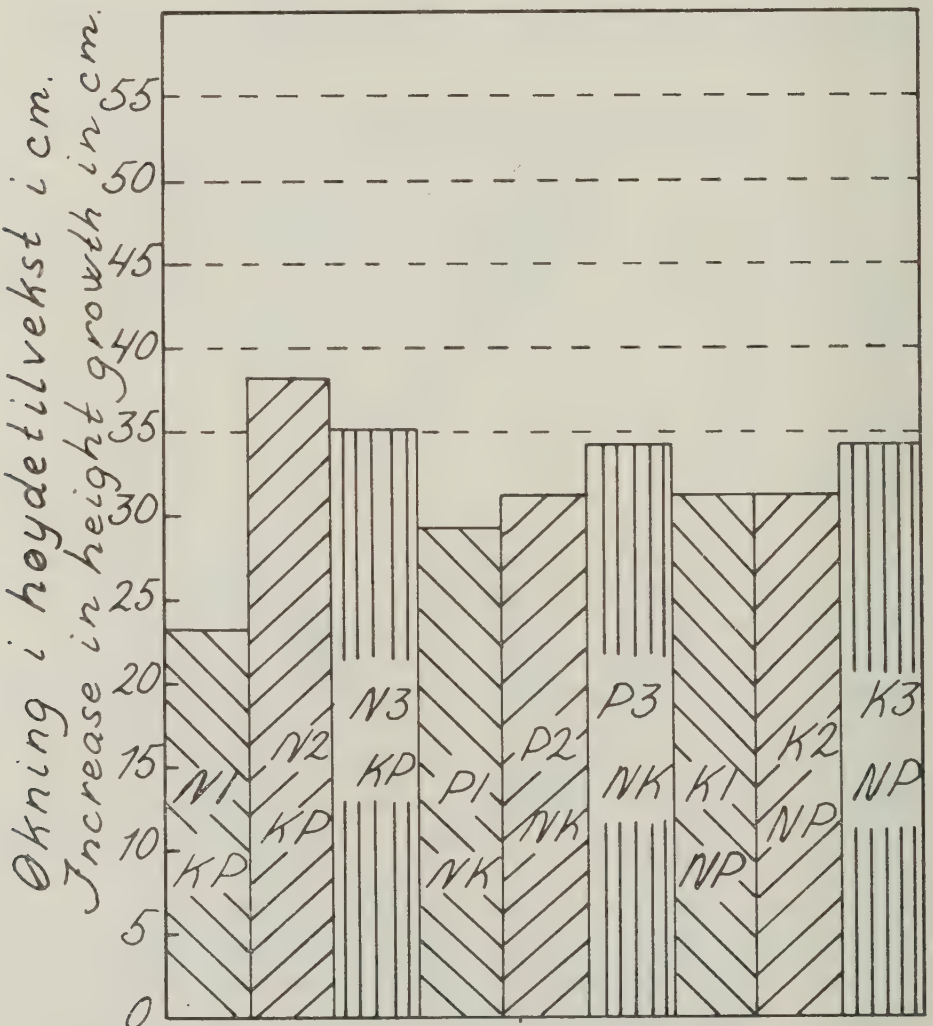


Fig. 5 Gjødselvirkning for de enkelte gjødselslag ved fleresidig gjødsling (1951–1957).
Effect of the fertilizers by many-sided manuring (1951–1957).

Kurvene for de utvalte enkelttrærne tyder på dette. Det samme gjør kurvene for gjødselvirkningen i 1954. Tamm (1956) fant at kvelstoffvirkningen fulgte Mitscherlich's kurve for stigende gjødselmengder. Han brukte 0 205 kg ammoniumnitrat pr. ha. Mye taler for at kurvene i dette forsøket har et liknende forløp.

Med hensyn til kalium og fosfor tyder fig. 4 på at samme forhold har gjort seg gjeldende her. Virkningen for disse to er noe mindre. Kurveforløpet tyder på at større ensidige gjødselmengder enn de som er brukt i forsøkene, ikke vil gi vesentlig større tilvekstøkning.

I materialet er det bare analysen for enkelttrærne med toppskuddsum 40 cm og høydeklasse 1,5–2,0 m som har gitt en negativ samspilleffekt for kvelstoff og kalium. Ellers er det ikke påvist noe samspill mellom de enkelte gjødselslag. De brukte flersidige gjødselmengder er imidlertid så store, og materialet forøvrig så vidt usikkert at en ikke skal se helt bort fra eventuelle samspilleffekter.

I tab. 6 er en oversikt over antall toppskadde planter i perioden 1951–1954. Som tidligere nevnt, dreier det seg vesentlig om frostskader. En varianseanalyse av tallene har ikke gitt noen sikker forskjell mellom gjødsling og antall toppskader. Det er imidlertid all grunn til å legge merke til tendensen i tallene til økte toppskader med stigende gjødselmengder. Grana er ikke et stedegent treslag i Troms. Den vanlig brukte proveniens er P 100 fra Helgeland. En vanlig erfaring blant forstfolk i Troms er at f. cks. lerk har lettere for å fryse på gode boniteter. Det er mulig at en overdreven gjødsling av gran på litt frostlente marker også kan føre til økte frostskader. Tendensen i materialet er i hvert fall tydelig, selv om den ikke er statistisk sikker.

Tabell 6. Antall toppskadde planter 1951–1954.
The number of plants damaged by frost 1951–1954.

Gjødsling *Fertilizing.*	P 1	P 2	P 3	Sum
N 1	16	16	16	48
N 2	14	15	17	46
N 3	16	20	23	59
Sum	46	51	56	153
K 1	12	16	16	44
K 2	15	14	20	49
K 3	19	21	20	60
Sum	46	51	56	153

VII. Sammendrag.

Til tross for den store variasjon innen materialet, har det utvilsomt vært en ikke uvesentlig gjødselvirkning. Selv med en ensidig gjødsling av de brukte gjødselslag har det vært en økning av høydetilveksten tilsvarende 3–4 års toppskudd. Virkningen har etter materialet å dømme vart i minst 5 år etter gjødsling, for enkelte ruter opptil syv år. Størst er virkningen i 1954.

Særlig kvelstoffet synes å gi et sikkert utslag. Kalium og fosfor har imidlertid også gitt bra resultater. Særlig gjelder dette de minste trærne. Kvelstoffet har gitt positive utslag på alle høydeklasser. Mye taler for at tilveksten synes å følge Mitscherlich's kurve ved tilførsel av økende gjødselmengder.

Noe sikkert samspill mellom de forskjellige gjødselslag og gjødselmengder er ikke påvist. Bare i ett tilfelle er påvist et negativt samspill mellom kvelstoff og kalium. Videre er det en tendens til økte frostskader med stigende gjødselmengder.

Til slutt er det nødvendig å framheve usikkerheten ved materialet på grunn av ulikheter i utgangsmaterialet for de forskjellige forsøksledd. Den valte forsøksplan har av den grunn ikke vært heldig. Bruk av flere parseller ville ha rettet noe på dette, men forsøksarealet blir i så tilfelle så vidt stort at det da vanskelig lar seg gjøre å finne egnede forsøksfelter. Flere gjentakelser og kontrollruter sammen med enklere og færre spørsmål er sikkert en bedre måte å undersøke virkningen av de forskjellige gjødselslag på.

Resultatene viser at det er særlig grunn til å undersøke kvelstoffproblemet nærmere, men også kalium og fosfor synes å være faktorer av betydning. Det vil derfor være av interesse å anlegge mer omfattende forsøk på flere steder, og hvor det da vil være nødvendig å analysere jordbunnsforholdene mer detaljert. Forsøket har videre vist at det er vanskelig å finne egnede felter selv ved bruk av forholdvis små arealer. Enkelttrærnes reaksjon på gjødslingen synes å være avhengig av en rekke faktorer som vanskeliggjør en riktig tolkning av resultatene.

LITTERATUR

Bonnier, C., och Tedin, O. (1940): Variasjonsanalys, Stockholm.
Det Noske Meteorologiske Institutt, Oslo: Nedbøren i Norge 1895–1943.
Det Norske Meteorologiske Institutt, Oslo: Nedbøriaktagelser i Norge 1950–1956.
Møller, Carl Mar. (1954): Gødningsforsøg i skov. Dansk Skovforenings tidsskrift. Bind XXXIX.
Møller, Carl Mar., og Schaffalitzky de Muckadell, M. (1957): Skovbrugsavdelingens gødningsforsøg i rødgran.
Tamm, C. O. (1956): Studier över skogens näringsförhållanden. III Forsök med tillförsel av växtnäringsämnen till et skogbestånd på mager sandmark. Meddelanden från Statens Skogforskningsinstitutt, Bind 46 nr. 3.
Ødelien, M. (1941): Forelesninger i gjødsellære, Oslo.

A Fertilizing Experiment in a Young Plantation of Norway Spruce in Troms.

Introduction.

In the spring of 1951 a preliminary investigation with three of the most usual commercial fertilizers were started in Øverbygd in central Troms. The fertilizers were: calcium nitrate ($Ca(NO_3)_2$), 15.5 per cent superphosphate and 40 per cent potassium (K_20). The experiment was laid out in a plantation of Norway spruce from 1937. According to the conditions in the North of Norway, the experimental area must be classified as of medium site.

The intention of this trial was to collect some information and experience regarding the effect of the above-mentioned fertilizers as well as the efficiency of the experimental plan itself. The investigation will be followed up with a series of fertilizer experiments at different places and for some consecutive years.

The experimental planning.

In Fig. 1 is the plan of the experimental plots. The following symbols are used in tables and figures:

N1 = 0 kilograms $Ca(NO_3)_2$ per da (1 da = 1000 m²)
N2 = 15 » » per da
N3 = 30 » » per da
K1 = 0 » 40% K_20 per da
K2 = 15 » » per da
K3 = 30 » » per da
P1 = 0 » 15.5% superphosphate per da
P2 = 25 » » » per da
P3 = 50 » » » per da

The plot size was 11 m × 11 m. Each plot had an untreated zone of 1 m on the borderline. In this way there was a fertilized square of 9 × 9m within each plot.

The fertilizers were spread out by hand in the first part of June.

Climate, soil and vegetation.

The average precipitation in Øverbygd in the period 1900–1940 was approximately 300 mm. for the months May–October, or about the

half of the yearly precipitation. In the years after the fertilization the precipitation has varied from 270 to 330 mm.

The soil is of the morainic type , and the profile is an iron podsol. The raw humus layer was about 5 cm. deep. The ground is sloping slightly to north-west.

The vegetation within the experimental area is dominated by *Deschampsia flexuosa*, *D. caespitosa*, *Lastrea dryopteris* (*Dryopteris linnaeana*) and *Vaccinium myrtillus*. On most of the plots *Luzula pilosa* and *Solidago virgaurea* are also common.

Measurements.

The spacing in the plantation was about 1.4 m, and only a few plants have died since the planting. The height of all plants within the fertilized square of each plot and the lengths of the three last top shoots (1948–1950) were measured in the spring of 1951 (41 trees × 27). Vegetation analysis were made on the plots to study the reaction of the plant society following the manuring.

The first remeasurement was made in 1954 by measuring the length of the separate leaders since fertilization. Also the vegetation on the plots was inspected, but no visible changes were found.

In the autumn of 1957 the leaders in the period 1955–1957 were measured on 10 trees in the middle of each plot.

Results.

Fig. 2 shows the development of the terminal leaders in the years of 1951–1957. In spite of an increase due to climatic causes and a natural acceleration of the height growth with greater heights of the trees, there has also been a considerable effect of the fertilization. The nutrient supply seems to have an effect on the growth for at least five years after manuring, on some plots even longer. The graphs in Fig. 2 indicate that the site quality on the untreated (control) plot was somewhat better before the fertilizing than the quality on the rest of the plots. As a consequence, it is likely to draw the conclusion that the fertilizing effect is somewhat higher than the curves in Fig. 2 are indicating.

However, a statistical analysis of the results for the period 1951–1954 has given no significance for the effect of the fertilization. This insignificant result may be caused by too large amounts of the different fertilizers so that even the smallest one-sided supplies have caused so great an effect that the many-sided and greater additions of fertilizers have not been able to increase the heights any more. Low temperatures and lack of other

nutrients may have reduced the effect of the greater amounts of the manures, too.

The plant heights (1.0-2.0) meters and the lenght of the three last leaders before fertilization are also subject to some variation. Regression analysis have been made on the trees of the control plot in order to investigate the relationship between the heights and the increment before and after the year of manuring. The highest correlation coefficient has been found between the length of the three last leaders (1948–1950) before fertilizing and the length of the leaders in the succeeding years. The equation between the leaders in the period 1948–1950 (t) and those of the period 1951–1954 (T) was:

$$T = 2.62 + 1.9571\ t$$
$$r = 0.9727$$

In this way it has been possible to state approximately the expected values of the leaders on the different plots if they had not been fertilized. In the tables the effect of fertilization is expressed in centimeter increase (or decrease) of the height growth in relation to the expected values without fertilization. In the tables these figures are called «adjusted results.»

By this adjustment the effect of the nutrient supply appeares more obviously. However, no significance has been stated.

By the revision in 1954 some damages were observed on the leading shoots, mostly frost damages. Another disturbing factor for the interpretation of the results might be the possibility that the trees on the borderlines of the plots are receiving nutrients from the surrounding plots. In order to obtain more uniform samples from the different plots ten trees at the centre of each plot were measured in 1957. Trees with frost damages or those which were especially small or tall, were avoided when selecting the ten trees.

For the adjusted values of ten trees per plot (see Table 1 and 2) a confident effect of fertilization in the period 1951–1954 has been noted. First of all, there is a presumably significant effect of the nitrogen ($p = 0.05$). It is of some interest to consider the effect on the N3, P3, K3-plot, which is not affected by the adjustements. This plot has somewhat more extensiv growth of *Deschampsia flexuosa*, and this feature is the only visible difference between this plot and the others. It may be that the grass vegetation is competing with the trees regarding the nutrient supply. The experimental design is of such a kind that irregularities as mentioned above have a relatively high influence on the results of the analysis of variance. Consequently, the analysis of variance seems not to be fair to

the experimental results. In order to increase the number of replications and control plots within the same area, it would be better not to ask so many questions when planning the experiment.

For the period 1951–1954 a selection of three trees is made at the centre of each plot, representing three height classes. The trees were so selected that they had the same development of the leading shoots during the three preceding years before fertilization.

1 tree: Height 1.0–1.5 meter (1950), total length of leaders 20–25 cm. (1948–1950)
1 tree: Height 1.5–2.0 meter, total length of leaders 40 cm.
1 tree: Height more than 2.0 meter, total length of leaders 50–55 cm.

The results are given in the Table 1, 2 and 3. On the whole there is a significant effect of the nitrogen ($p = 0.001$), the phosphate ($p = 0.01$) and probably of the potash, too.

As to the different height classes, the effect is most pronounced on the smallest trees. Regarding the trees exceeding 2.0 meter, significant differences are only found for the nitrogen fertilizer ($p = 0.01$).

Table 4 contains the results for the period of 1951–1957. On account of the results obtained by the above-mentioned calculations, the material is divided in three classes:

Class I: Leaders 1948–1950 under 35 cm.
» II: » 1948–1950 35–45 cm.
» III: » 1948–1950 over 45 cm.

The results are showing the same tendencies as the results of the single trees which were considered previously. Potassium and phosphorus have the greatest effect on «Class I». All three classes had a positive response to nitrogen. It is of some interest to study the effect of N1, N2 and N3 (see Fig. 3). The effect is relatively highest on «Class III», but this is likely due to the small effect of potassium and phosphate on this class. The effect of K and P on the «Classes I and II» is so high that the nitrogen has not been able to increase the growth any further.

The analysis of variance has resulted in significant values for the nitrogen supplies on «Class III» ($p = 0.01$), while the corresponding figure for «Class II» was $p = 0.05$. «Class I» has not significant values for any of the fertilizers.

As regards the selected single-trees with heights (1950) from 1.5 to 2.0 meter and a sum of the leaders (1948–1950) like 40 cm, the response to the fertilizers for the period of 1951–1957 is collected in Table 5. The following significance levels are found:

Nitrogen : $P = 0.001$
Phosphorus : $P = 0.01$
Potassium : $P = 0.05$

Furthermore, a negative interaction between N and K has been noted ($p = 0.05$).

An examination of the results in tables and figures reveals that the height growth has increased 40–50 cm by one-sided additions of calcium nitrate, i. e. in this case approximately the normal growth of three years. The many-sided supplies seem to have increased the heights with values corresponding to the height growth of 4–5 years. In Table 5 are presented data as to the effect of the fertilizers in the year of 1954 (unadjusted values). The figures indicate an increase of about 50% on most of the plots, on some plots even more.

Fig. 4 illustrates the relationship between the fertilizing effect and the different amounts of each fertilizer on the one-sided fertilized plots. The shape of the curves shows great resemblance with Mitscherlich's curve. The same relation was found by C. O. Tamm (1956) regarding the nitrogen effect on Scots pine in his experiments on a sandy area.

As to the frost damages,which were noted in 1954, the figures in Table 6 indicate an increase in the number of damaged trees by the greater additions of nutrients. In this connection it is necessary to emphasise the fact that in Troms Norway spruce is outside its natural range.

Summary.

In spite of a great variation in the experimental results, there has undoubtedly been a considerable effect of the different fertilizers. Even one-sided additions of manure have increased the height growth equivalent to the increment of 3–4 years. The effect has lasted for at least 5 years, in some cases even 7 years.

Especially the nitrogen seems to be favourable, but also the phosphate and the potassium have increased the height growth. The weaker trees have reacted more strongly on potassium and phosphorus than the dominant trees. All the trees have been influenced by the nitrogen addition. Only in one case a negative interaction between nitrogen and potassium is noted. Frost damages seemed to be increased by bigger amounts of fertilizers.

It is necessary to stress the great variations of the results. Because of this variation the experimental design has not been so good. A more simple plan with more replicates and less questions within the same area would be a better way of investigating the effect of the different fertilizers.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

B. MESHECHOK

Et forsøk med bruk av fullgjødsel ved planting av furu *(Pinus silvestris L.)* på myr.

Foreløpig rapport

An Experiment with Compound Fertilizer by Planting Scots Pine (Pinus silvestris L.) *on a Swamp.*

Preliminary Report

FORORD

Den store interesse som for tiden vises for skogreising på grøftede myrer, stiller økende krav til forskningen og gjør det ønskelig at resultatene fra slike forsøk fremlegges etter hvert, selv om de ikke er fullstendige.

Av denne grunn har vi funnet det riktig nå å publisere denne korte, foreløpige meddelelse.

Forsøket ble finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, og jeg frembringer min beste takk for dette. De kjemiske analysene er utført av frk. Emma Aagaard og herr Magne Opem. Ved mark- og regnearbeidet hadde jeg assistanse av skogtekniker Sverre Veie. Under utarbeidelsen av manuskriptet har jeg hatt anledning til å diskutere forskjellige spørsmål med mine kolleger, og jeg har mottatt mange verdifulle råd.

Jeg takker alle for allsidig hjelp og støtte.

Vollebekk, januar 1958.

B. Meshechok

Innhold.

I. Innledning og problemstilling 281
II. Feltbeskrivelse 282
III. Forsøksmetodikk 290
IV. Forsøksmateriale 294
V. Diskusjon og foreløpige konklusjoner 301
Litterature 302
An Experiment with Compound Fertilizer by Planting Scots Pine (Pinus silvestris L.) *on a Swamp* 302

I. Innledning og problemstilling.

Det viste seg tidlig at grøfting alene ofte ikke var tilstrekkelig for å få skog på myr, og det var da naturlig at skogbruket prøvde å gå den vei som var kjent fra myrdyrkningen.

Forsøkene i denne forbindelse kan etter sitt opplegg i store trekk inndeles i 3 grupper:

1. Bruk av mineraljord.
2. Bruk av treaske.
3. Bruk av kunstgjødsel.

Det første forsøk på å få skog på en grøftet, men uproduktiv myr ved hjelp av mineraljord, var Fougners forsøk her i landet i 1875. (Thurmann-Moe 1956). Dette forsøket vidner om godt kjennskap til Rimpau's metode som på denne tiden var en ny og effektiv fremgangsmåte i myrdyrkning. Ideen i Rimpau's metode må ha vært nokså enkel: Når mineraljord er fruktbar mens torvjord ikke gir tilfredsstillende avlinger så må man dekke torvjorden med mineraljord for på den måten å overføre alle ønskede egenskaper til de tørrlagte myrarealer .For at luftvekslingen i den underliggende torv såvidt mulig ikke skulle hindres, ble det benyttet en lettere sandjord. Denne metoden ble ganske snart forlatt i myrdyrkningen, i skogbruket derimot lever ideen fremdeles i og med at det under skogplanting ofte tilføres små mengder mineraljord til planterøttene. Jorden tas fra innmark eller skogsmark. I Wibeck's forsøk ble brukt skogjord i den hensikt også å infisere planterøttene med mykorrhiza (Malmström 1952).

Forsøkene med *bruk av treaske* kan ha hatt sitt utspring i Liebig's kjente regel: Jorden må få tilbake det som tas fra den ved innhøsting. Når det gjelder myr kan denne regel uttrykkes litt anderledes: Myrjorden må på forhånd få den mineralnæring som trengs for den ønskede produksjon.

Det ligger da nær å tenke seg at treaske kan være en god mineralnæring for trær. Vellykkete forsøk med treaske i Sverige (Malmström, l. c.) har bekreftet denne formodning.

Forsøk med kunstgjødsel ble basert enten på treaskesammensetningen (Romell 1955), eller, som oftest så ble utgangspunktet tatt direkte i de normer som anvendes i jordbruket. Den største vekt ble da naturligvis lagt på hovedelementene nitrogen, fosfor og kalium.

Her må nevnes et av de mest vellykkede norske forsøk anlagt av skogeier Egil Berg i 1943. Berg brukte 40 kg/dekar fullgjødsel (NPK) — produsert av Norsk Hydro. Den skog som er kommet på den gjødslede myr viser foreløpig ingen tegn på vekststans. Berg selv opplyser at hans personlige erfaring etter 9 års forsøk er at han oppnår gode resultater med 400–1000 kg fullgjødsel pr. ha som en engangsgjødsling på dårlig formuldet torv (Berg 1952).

Ideen om bruk av treaske eller kunstgjødsel i tilsvarende sammensetning kan antagelig betraktes som den riktigste for gjødslingsforsøk med trearter, selv om den har visse svake sider teoretisk sett (Meshechok 1956). I Skogforsøksvesenets sist anlagte gjødslingsforsøk har vi prøvet å gå litt videre og baserer vår arbeidshypotese på skogens forbruk og de næringsreserver som finnes i rotsonen i torvjorden. Men det var naturlig at noen av våre første forsøk ble foretatt med fullgjødsel som lages i granulert form og er bekvem å arbeide med.

Det forsøk som her skal beskrives, ble anlagt i 1954 og hadde som formål å besvare spørsmålet:

Hvordan virker forskjellige doser av fullgjødsel ved planting av furu (*Pinus silvestris* L.) med og uten tilførsel av mineraljord til planterøttene?

Denne foreløbige meddelelse omfatter forsøksresultatene i de første år etter forsøkets anlegg.

II. Feltbeskrivelse.

Forsøket er anlagt på Seutmosen (eier: M. Peterson & Sønn, Moss) i Hobøl herred, Østfold fylke.

De geografiske koordinater er: 59° 33′ n. br., 0° 16′ ø. l. (fra Oslo).

Den årlige nedbørsmengde er 740 mm, årlig middeltemperatur +6° C., og middeltemperaturen mai — september er + 12,5° C.

Høyden over havet er ca. 130 m.

Forsøksfeltet ligger på den nordre del av myren (se fig. 1) ved en gammel grøft gravet for over 20 år siden. Parallelt med denne grøften i en avstand av 15 m ble det våren 1954 sprengt en ny grøft, og på begge sider av denne ble forsøksrutene plasert. Seutmosen er en omtrent trebar myr. Etter Thurmann-Moe's torvmarkinndeling (Thurmann-Moe 1941) er den en lyngrik hvitmosemyr, men enkelte partier nærmer seg mer til

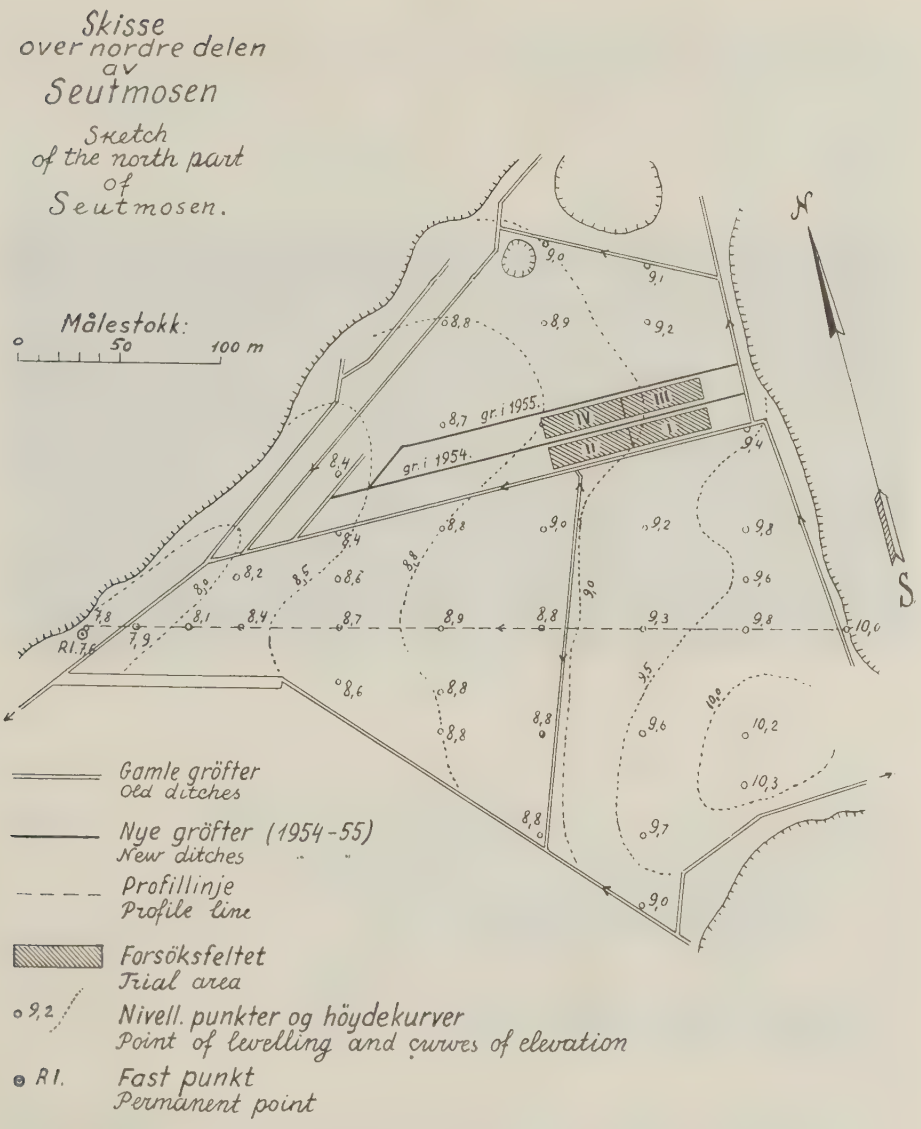


Fig. 1.

myrull — bjørnskjeggstypen (se fig. 2). Eldre grøfting midt på myren har ikke ført til noen betydelig endring i vegetasjonen. Bare ved grøften hvor forsøksfeltet ble anlagt er det kommet nye arter (*Myrica gale*, *Sphagnum subfulvum* m. fl.) som tyder på en viss forbedring i vekstforholdene. Torvlaget har en nokså jevn dybde mellom 3 og 3,7 m.

Fig. 2.

Mineralbunnen under den høyereliggende østlige del er sand med innblanding av grus, og den går vestover over i blå-grå leire.

Torvstratigrafien i den nordre del av myren fremgår av fig. 3. Opprinnelig var myren soligen og vannet kom hovedsakelig fra østkanten. Nå er det øverste ca. 2 m tykke torvsjikt dårlig omdannet *Sphagnum*-torv med bare små mengder fossiler av *Eriophorum*. Således er nå Seutmosen gått over til ombrogen torvmark, men den er ikke «ekte» ombrogen myr.

Destruksjonsgraden av torven følger stort sett den botaniske sammensetning. Det øverste sjikt av *Sphagnum*-torven har en destruksjonsgrad under 20%, mens hovedmassen av *Carex*-torven har en på 50%–80%. Destruksjonsgraden er bestemt etter Varlygins mikroskopiske metode (Varlygin 1924).

Som det fremgår av fig. 1 ligger forsøksfeltet utenom profillinjen. Torvdybden varierer her mellom 1,5 og 2,6 m, og torvlaget tilsvarer omtrent det som er vist på fig. 3 mellom punktene 8 og 9 på profilen. Forsøksfeltets overflate er tuet, og bunnvegetasjonen hadde ved anlegget av forsøket følgende sammensetning:

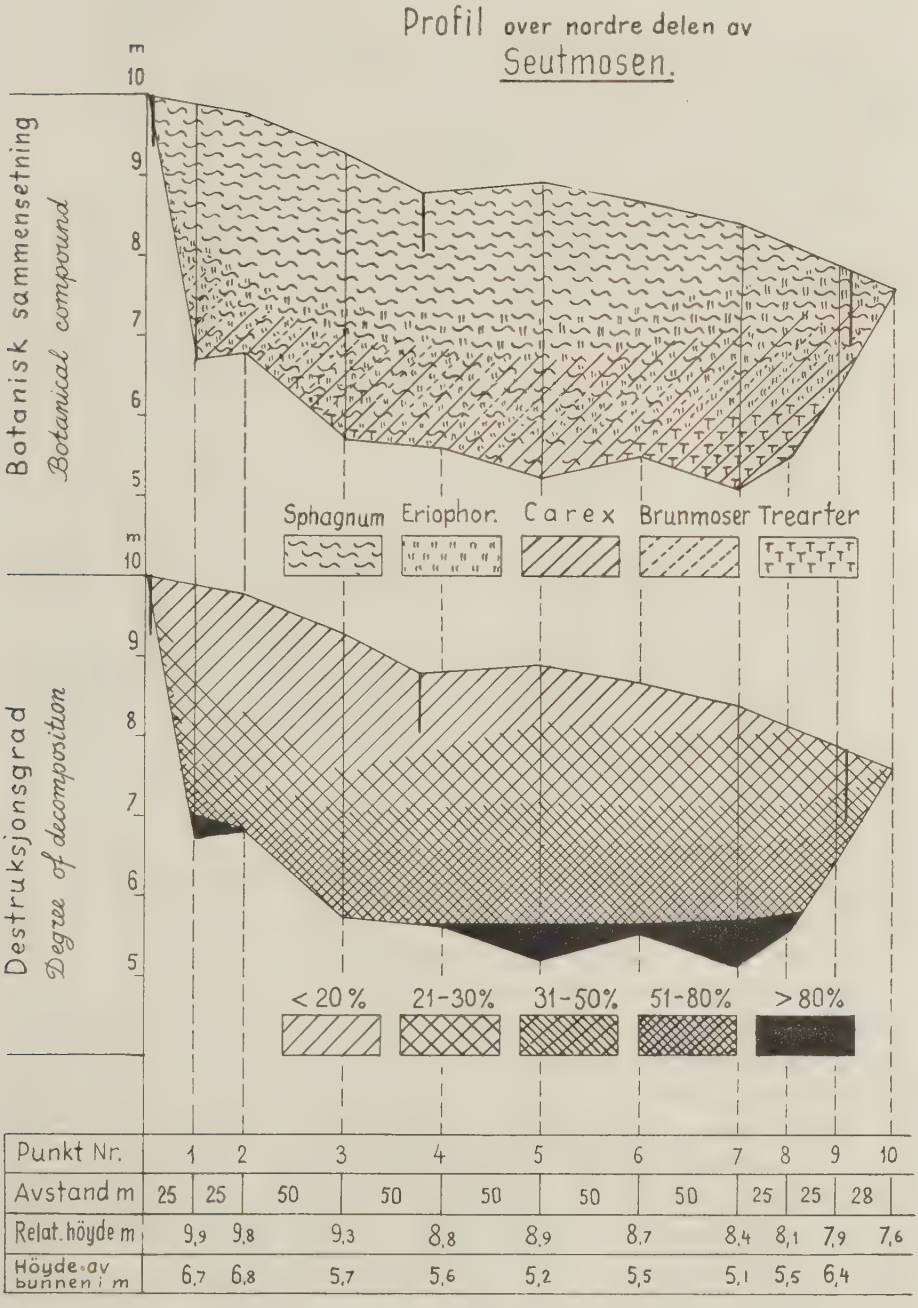

Profil over nordre delen av
Seutmosen.
Botanisk sammensetning
Botanical compound
Destruksjonsgrad
Degree of decomposition
Sphagnum
Eriophor.
Carex
Brunmoser
Trearter
< 20 %
21-30%
31-50%
51-80%
> 80%
Punkt Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Avstand m 25 25 50 50 50 50 50 25 25 28
Relat. höyde m 9,9 9,8 9,3 8,8 8,9 8,7 8,4 8,1 7,9 7,6
Höyde av bunnen i m 6,7 6,8 5,7 5,6 5,2 5,5 5,1 5,5 6,4

Fig. 3.

Art			Dekningsgrad
Myrica gale			20—25 %
Calluna vulgaris			5—15 %
Empetrum nigrum			3— 5 %
Rhynchospora alba			3— 5 %
Scirpus caespitosus			1— 3 %
Oxycoccus quadripetalus	(betydelig planteantall)		< 1 %
Andromda polifolia	(lite planteantall)		< 1 %
Eriophorum vaginatum	(sjelden)		< 1 %
Carex rostrata	(sjelden)		< 1 %
Drosera rotundifolia	(sjelden)		< 1 %
Phragmites communis	(enkelte eksemplarer)		< 1 %
Juncus bufonius	(enkelte eksemplarer)		< 1 %
		Sum:	30—50 %
Sphagnum magellanicum			20—40 %
» *acutifolium*			1— 5 %
» *tenellum*	(sjelden)		< 1 %
» *subfulvum*	(sjelden)		< 1 %
Cladonia silvatica	(sjelden)		< 1 %
» *species*	(sjelden)		< 1 %
		Sum:	25—50 %

Omtrent 20% av myroverflaten var ikke dekket med vegetasjon (flarker).

Kjemisk analyse av torven på forsøksfeltet og på den ugrøftede midterste del av myren viser (tab. 1) at næringsforholdet i torvjorden på forsøksfeltet er litt bedre enn på det ugrøftede parti. Volumvekten og askeinnholdet er større, pH litt høyere, nitrogen-, kisel- og kalsiuminnholdet er større, mens derimot kaliuminnholdet er mindre, og det er omtrent like mengder magnesium, fosfor og svovel. Bare en ganske liten del av fosforet er i løsbar form.

Sammenlignet med en del ombrogene myrer som har vært undersøkt her i landet (Meshechok 1957) kan forsøksfeltet på Seutmosen karakteriseres som forholdsvis næringsrikt, særlig på kalium.

Grunnvannstanden, dvs. *tørrleggingsgraden* på forsøksfeltet i vegetasjonsperioden er vist på fig. 4. Man ser her at det har vært en forholdsvis høy vannstand i det første år (1954). Virkningen av grøften som ble gravet dette år, var så liten på den nordre delen av feltet at grunnvannet her fremdeles var en hindring for plantene. Derfor ble det våren 1955 gravet en grøft til i samme grøfteavstand (15 m). Samtidig ble de to andre grøftene gjort dypere. Grunnvannsnivået ble målt tre ganger hver måned (10., 20. og 30.) i spesielle brønner. Vannstandskurvene er konstruert på grunnlag av middeldybde og største dybde (av 12 målinger i juni–september.)

Forskjellen i grunnvannstanden i forskjellige år er betinget av de tilsvarende nedbørsmengder. Nedbørsmengdene i juni–september på den meteorologiske stasjon Igsi i Hobøl er gjengitt i tab. 2. Man ser her at

Tabell 1. Kjemisk karakteristikk av torvjorden på Seutmosen.
Chemical content of the peat.

Dybde i cm. *Depth in cm.*	Tørrstoff *Dry matter* kg/dm³	pH	Aske % *Ashes*	Totale mengder *Total amounts* N	Si	Fe	Al	Mn	Ca	Mg	K	P	S	P løsl.*) *soluable*
				i % av vannfri torv – *in % of dry matter* 1 kg pr. hektar – *in kg/hectare*										
				Forsoksfelt *Trial area*										
0–20	0,099	4,13	3,60	1,266 2507	1,025 2030	0,208 412	0,142 281	0,004 8	0,207 410	0,163 323	0,057 113	0,034 67	0,216 428	0,0016 3,2
20 40	0,075	4,30	1,83	1,011 1516	0,325 488	0,173 260	0,083 125	0,000 0	0,157 235	0,133 200	0,073 110	0,027 41	0,137 206	0,0004 1,3
				Midtdelen av myra (ugrøftet) *From the Centre of the swamp, not drained*										
0 20	0,085	3,95	2,59	1,221 2076	0,698 1187	0,059 100	0,114 194	0,002 3,4	0,129 219	0,139 236	0,113 192	0,038 65	0,260 442	0,0026 4,4
20–40	0,069	4,00	1,67	0,637 879	0,502 693	0,056 77	0,154 213	0,004 5,5	0,150 207	0,193 266	0,070 97	0,021 29	0,131 181	0,00056 0,8

*) Utregnet på grunnlag av *L*- tall etter Egnér. *Computed on L- figures from Egnér.*

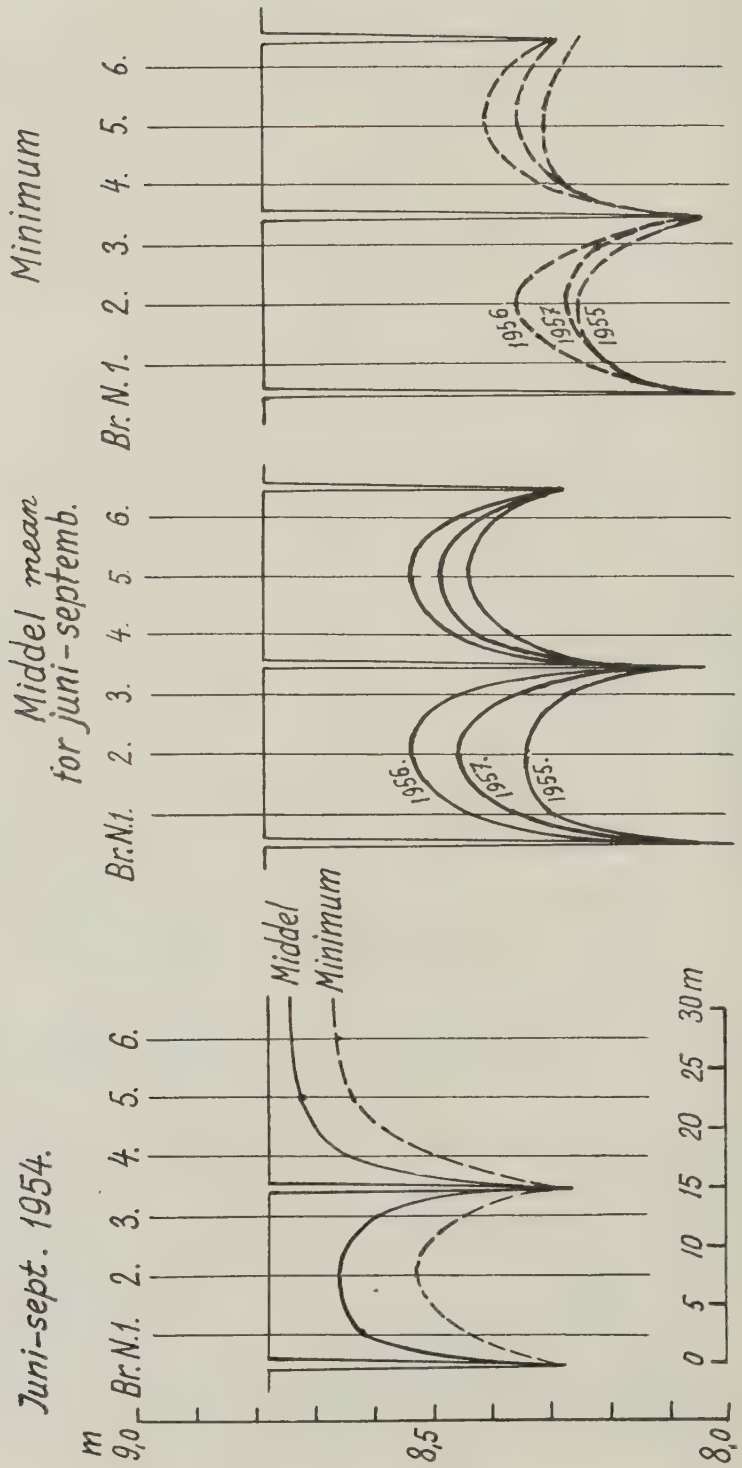

Juni-sept. 1954.
Middel mean
for juni-septemb.
Minimum
m
9,0
8,5
8,0
Br.N.1. 2. 3. 4. 5. 6.
Middel
Minimum
1956.
1957.
1955.
0 5 10 15 20 25 30 m

Fig. 4.

Tabell 2. Nedbørmengder (Igsi i Hobøl, 144 m. o. h., årlig nedbør 742 mm).
Precipitation (Igsi in Hobøl, 144 m. o. s., normal yearly precipitation 742 mm).

	Juni			Juli			August			September			Sum juni–sept.		
	mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*	
		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
Normal ..	52			74			102			62			290		
1955.....	20,0	÷32,0	÷ 61,5	18,4	÷55,6	÷75,1	19,1	÷82,9	÷81,3	68,8	+ 6,8	+11,0	126,3	÷ 163,7	÷56,4
1956.....	114,8	+62,8	+ 120,8	81,2	+ 7,2	+ 9,7	156,5	+54,5	+53,4	86,4	+24,4	+39,4	438,9	+ 148,9	+51,3
1957.....	103,0	+51,0	+ 98,1	82,6	+ 8,6	+11,6	100,3	÷ 1,7	÷ 1,7	121,2	+59,2	+95,5	407,1	+ 117,1	+40,4

Tabell 3. Kjemisk karakteristikk av mineraljord brukt ved planting av furu på Seutmosen.
Chemical content of the mineral soil added by planting of pine on the Seutmosen swamp.

	N	Si	Fe	Al	Mn	Ca	Mg	K	P
Totale mengder i % av tørrstoff *Total quantities in % of dry matter*	0,026	43,76	1,197	0,787	0,016	0,262	0,340	0,079	0,036
Innhold i 0,75 l (1,100 kg) som ble tilført på ett plantested (ca. 4 dm²) total i gram *Quantity of elements in 0,75 litre (1,1 kg) added at one planting spot (about 4 dm²) total in gram*	0,286	481	13,2	8,7	0,176	2,9	3,7	0,87	0,40
Ved bruk av 20 kg/dekar fullgjødsel «B» tilføres på 4 dm² i tilgjengelige former i gram *By using 20 kg/0,1 hectare of compound fertilizer «B» are the following quantities added per 4 dm² in soluble forms in gram*	0,092	–	–	–	–	0,04	–	0,14	0,04

i 1955 var nedbørsmengdene mindre enn halvparten av det normale, i 1956 var de derimot ca. 50% større enn det normale. I 1957 var nedbørsmengden 40% større enn normalt, men grunnvannsnivået var forholdsvis lavt, fordi nedbørsfordelingen mellom månedene var svært ujevn (juli–august -normal nedbørsmengde).

Det normale grunnvannsnivået er antagelig nær det aritmetiske middeltall for årene 1955 og 1956. Dette er 35 cm for teigen ved den eldre grøften og 30 cm for den andre teigen. Den maksimale dybden til grunnvannsnivået midt på teigene var henholdsvis 53 og 48 cm. (Observert i 1955).

III. Forsøksmetodikk.

Forsøket ble anlagt som blokkforsøk med 4 blokker. Forsøksplanen var foreslått av professor Elias Mork og inneholder følgende 4 ledd:

1. uten gjødsel (0)
2. fullgjødsel 20 kg pr. dekar
3. fullgjødsel 40 kg pr. dekar
4. fullgjødsel 60 kg pr. dekar

Det ble brukt fullgjødsel «B» (klorfri) som inneholder N — 11,5% P – 5% og K – 17,5%. Litt mer enn halvparten av nitrogen er i ammoniumform og resten i nitratform. Ca. 80% av fosforet er løselig i vann. 100 kg fullgjødsel inneholder ca. 30 gram bor. På hver rute ble det plantet 6 rader 2/0 furu. Avstanden mellom radene var 1,5 m og mellom plantene i raden 1 m. På hver rute var det således i alt 54 plantesteder, og det ble satt 2 planter på hvere sted. Halvparten av hver rute ble plantet med tilsetning av mineraljord, sand som ble tatt fra anrikningssjiktet (B-sjikt) i podsol-jord under blandet gran-furubestand i nærheten av myren. Sanden ble tilført direkte på røttene ved plantingen i en mengde av ca. 3/4 liter pr. plantested.

Resultatene av kjemisk analyse av sanden er satt opp i tabell 3, hvori man kan se at det er tilført ganske betydelige mengder av næring.

Det ble brukt flatrotplanting, men forberedelsen av plantestedene var forskjellig, avhengig av mikrorelieffet, med det formål å skaffe så like og gunstige vekstforhold som mulig.

Alle tilfellene kan deles inn i 4 følgende typer (se fig. 5):

1. Planting på tuer
2. Planting i mikroforsenkninger
3. Planting på indifferente steder av mikrorelieffet

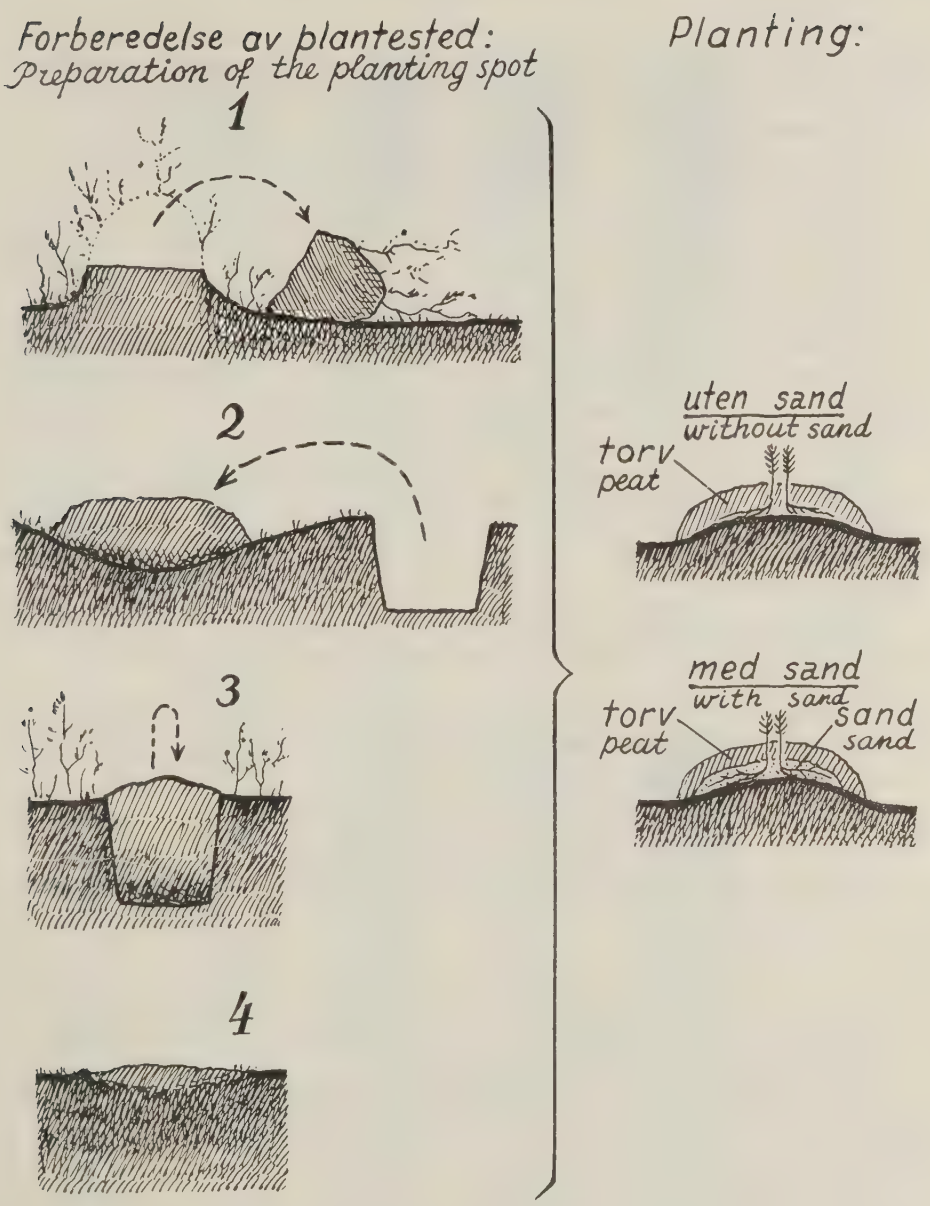


Fig. 5.

4. Planting på små forhøyninger uten bunnvegetasjon, dannet av torvstykker som var falt ned på teigen etter sprengning av grøften.

Ved type 1 ble tuen skåret av med spade, slik at bare en liten forhøyning ble igjen. Ved planting i forsenkninger, type 2, ble det skåret ut

et torvstykke (omtrent 20 x 20 x 20 cm) ved siden av, plasert på plantestedet i omvendt tilstand og trykket ned med føttene. På indifferente steder – type 3 – ble det skåret ut et torvstykke på plantestedet, plasert i det samme hullet i omvendt tilstand og trykket ned med føttene.

Type 4 (planting uten forberedelse av plantestedet) ble brukt i tilfelle hvor jordoverflaten på plantestedet syntes gunstig.

Oftest brukt ble type 3, deretter type 2, så type 1 og bare i noen få tilfelle type 4. Torv for å dekke røttene ble tatt fra forsenkninger uten vegetasjon («flarker»).

Plantingen ble utført 2.–8. juni 1954, og fullgjødsel spredt ut den 9. juni, dvs. etter plantingen, da en del av plantene ved forhåndsgjødsling og «elastisk» forberedelse av plantestedene ville ha fått dobbel dose (type 2) mens en annen del (type 1) ikke ville få noe osv.

I begynnelsen av juli ble det foretatt supplering på punkter der begge plantene var døde. Av slike steder var det omtrent 5%, hovedsakelig på norddelen av forsøksfeltet (blokk III og IV), hvor det i 1954 bare var grøft på en side.

Ved første revidering av forsøket (24.–25. august 1954) ble det foretatt skjønnsmessig vurdering av hver plante etter flg. skala:

Kvalitet 4 God tilstand – friskt utseende og langt toppskudd.
Kvalitet 3 Tilfredsstillende tilstand – friskt utseende, men kortere toppskudd.
Kvalitet 2 Mindre tilfredsstillende tilstand – ikke helt friskt utseende, kort toppskudd og ofte kortere nåler.
Kvalitet 1 Utilfredsstillende tilstand. Sykelig utseende. Intet toppskudd.
Kvalitet 0 Døde planter.

Ved den annen revidering 24.–25. august 1955 ble det registrert planteavgang og målt toppskuddlengder.

Høsten 1956 ble endel planter fjernet (avskåret ved jordoverflaten) slik at det ble bare én plante igjen på hvert plantested hvor det var 2 levende planter.

Den siste revidering ble utført 19. september 1957. Da ble planteavgangen registrert og plantehøyder og siste års toppskudd ble målt.

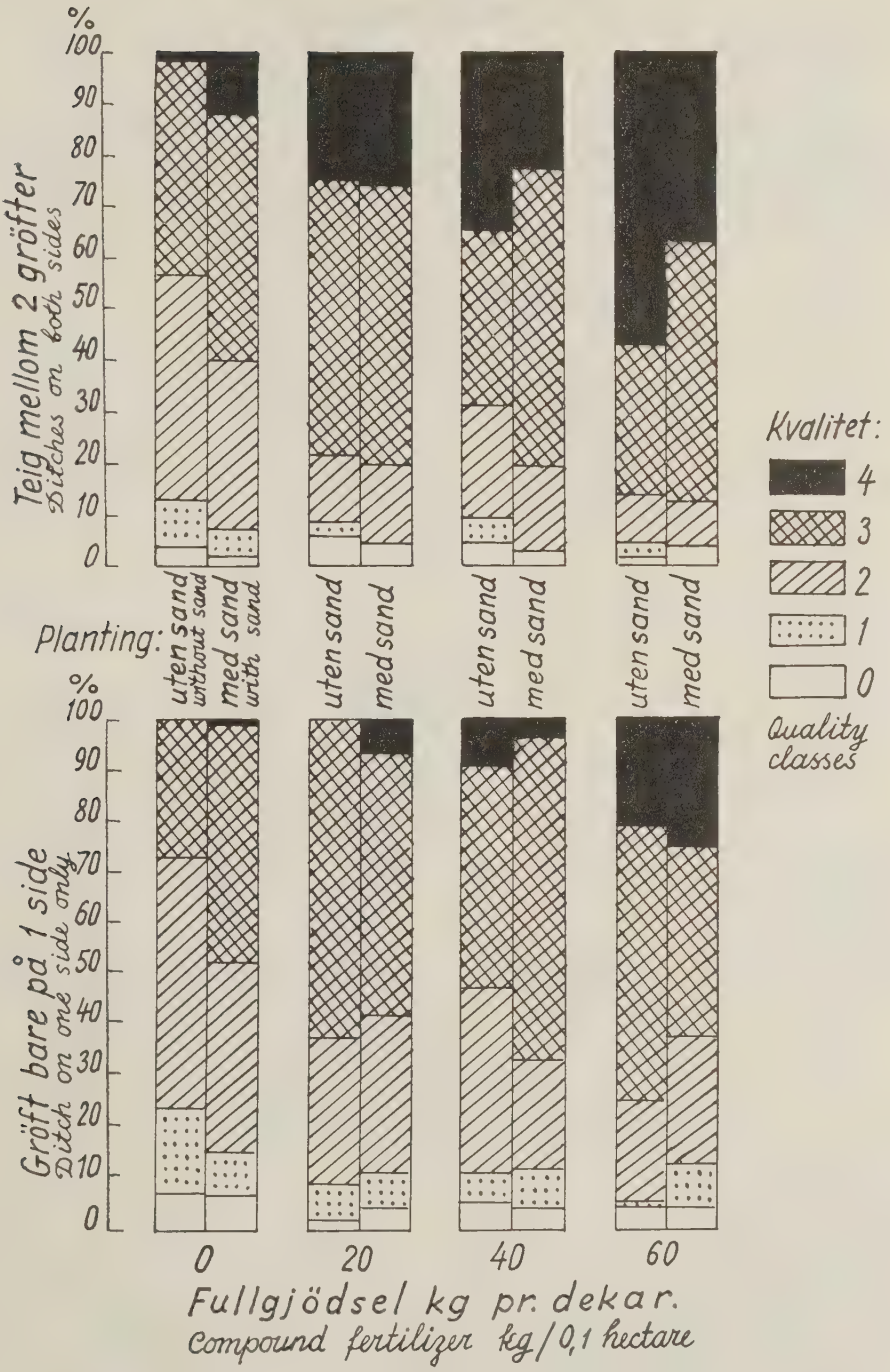

%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Teig mellom 2 grøfter
Ditches on both sides
Planting:
uten sand
without sand
med sand
with sand
Gröft bare på 1 side
Ditch on one side only
Kvalitet:
4
3
2
1
0
Quality classes
0
20
40
60
Fullgjödsel kg pr. dekar.
Compound fertilizer kg/0,1 hectare

Fig. 6.

IV. Forsøksmaterialet.

a). I de første 2 år (1954–1955).

Resultatene av den skjønnsmessige vurdering av plantene viste en betydelig forskjell mellom de blokkene som ligger mellom 2 grøfter (blokkene I og II), og de som i 1954 hadde grøft bare på en side (III og IV). Plantenes fordeling etter kvalitet fremstilles på fig. 6.

Tabell 4. Forsøksresultater etter 2 vegetasjonsperioder.
Results after two growing seasons. (1954–1955).

	Forsøksledd (fullgjødsel i kg pr. dekar)								Variansskvotienter (F) *Quotient of variance*
	0		20		40		60		
	$\bar{x}$	$\pm\sigma$	$\bar{x}$	$\pm\sigma$	$\bar{x}$	$\pm\sigma$	$\bar{x}$	$\pm\sigma$	
			A. Planting uten sand *Planting without sand*						
Antall levende planter i % *Percentage of survival*	84,2	2,4	83,8	6,7	74,5	8,2	79,6	10,3	1,76
Toppskudd i 1955 i cm *Terminal leaders 1955 in cm.*	1,0	0,1	1,5	0,6	2,5	0,6	3,2	0,7	36,89***
			B. Planting med sand *Planting with sand*						
Antall levende planter i % *Percentage of survival*	84,7	4,9	88,9	5,0	73,6	13,4	76,0	11,5	2,49
Toppskudd i 1955 i cm. *Terminal leaders 1955 in cm.*	2,8	0,8	3,1	0,4	3,6	0,7	3,5	0,7	1,45

	Varianskvotienter (F) mellom «uten sand» og «med sand». *Quotient of variance (with sand- without sand).*			
Antall levende planter *Percentage of survival*	0,03	10,33*	0,02	0,50
Toppskudd i 1955 *Terminal leaders 1955*	23,42*	325,75**	6,23	0,77

Merknad: Ved*** $P \leq 0{,}001$
Ved ** $P \leq 0{,}01$
Ved * $P \leq 0{,}05$
Uten stjerne $P > 0{,}05$
(Bonnier G. och Tedin O. Biologisk variationsanalys).

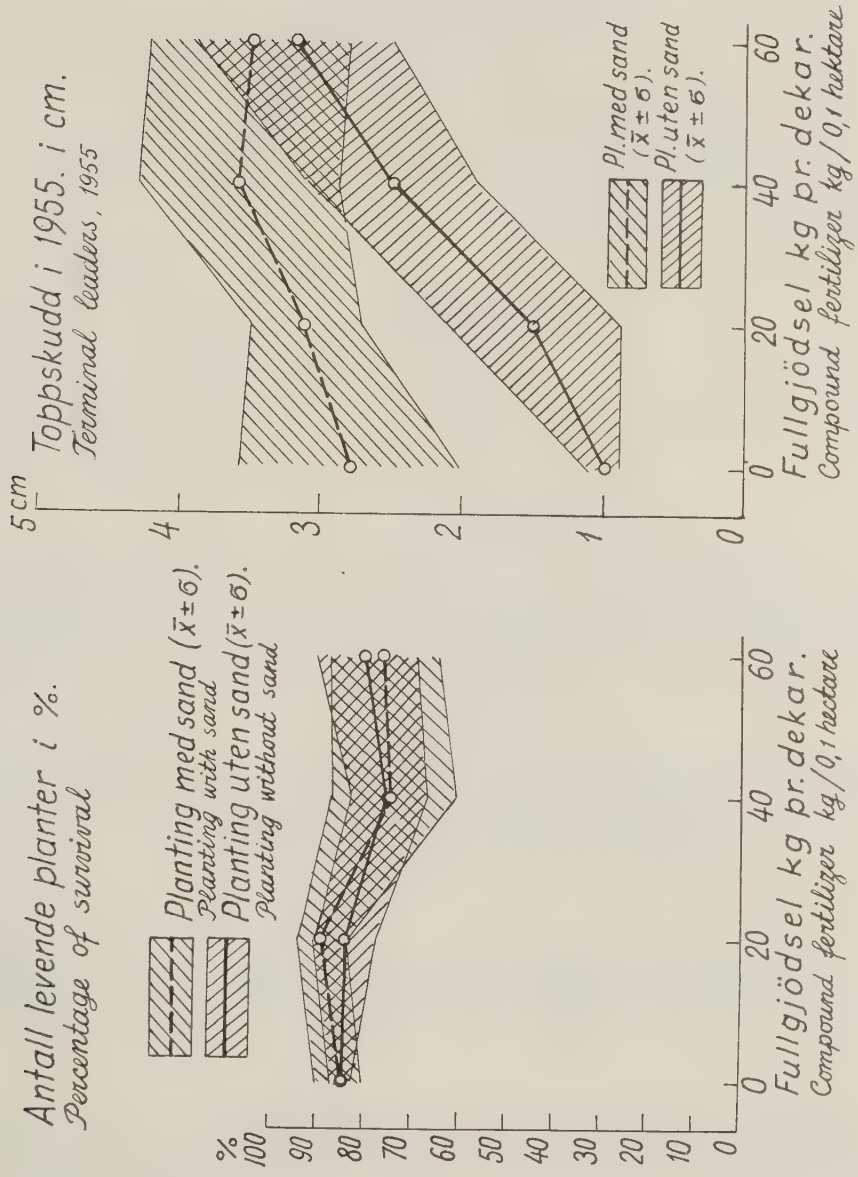


Fig. 7.

Man kan anta at de bedre vekstforholdene på de 2 første blokker delvis skyldes langvarig virkning fra den eldre grøften på sørsiden, men hovedårsaken ligger etter alt å dømme i grunnvannstanden, dvs. tørrleggingsgraden, fordi forskjellen i veksten minker året etter at den nordre grøften var gravd ut.

Tabell 5. Revisjonsresultater den 19/9–1957.
Results, September 19, 1957.

Blokk nr. *Block nr.*	Planting uten sand *Planting without sand*				Planting med sand *Planting with sand*			
	Fullgjødsel i kg pr. dekar *Compound fertilizer kg/0,1 hectare*				Fullgjødsel i kr. pr. dekar *Compound fertilizer kg/0,1 hectare*			
	0	20	40	60	0	20	40	60
	Antall levende planter i % *Percentage of survival*							
I.	30	70	93	89	96	96	100	100
II.	15	100	96	85	100	96	96	89
III.	7	44	56	89	96	100	85	89
IV.	7	41	74	82	100	96	93	85
	Høyde i cm. ($\bar{x} \pm m$)*) *Height in cm.*							
I.	6,8±0,8	16,0±2,8	23,3±2,9	31,5±3,1	24,7±1,2	31,4±1,8	35,6±2,2	36,6±3,0
II.	9,8±1,4	20,5±2,2	26,1±3,4	31,4±3,2	18,9±1,1	29,3±1,7	29,7±2,4	40,8±2,5
III.	9,5±1,5	8,5±0,8	23,9±3,3	26,3±3,5	14,8±1,0	20,1±1,2	32,1±2,5	28,9±2,7
IV.	9,0±1,0	11,2±1,6	18,8±2,5	25,6±3,0	17,5±1,2	24,0±2,0	27,2±2,0	32.7±2,6
	Toppskudd i 1957 i cm ($\bar{x}\pm m$)*) **) *Terminal leaders*							
I.	1,0±0,0	4,6±1,2	7,9±1,2	13,0±1,2	6,7±0,5	8,2±1,2	12,2±0,9	14,1±1,1
II.	1,0±0,0	5,7±0,9	8,8±1,4	12,8±0,9	4,6±0,5	7,5±0,7	10,7±1,2	15,8±1,0
III.	1,0±0,0	2,0±0,6	8,3±1,1	10,5±1,4	4,0±0,5	5,2±0,6	13,2±1,2	11,4±1,3
IV.	1,0±0,0	2,0±0,5	6,2±1,1	9,5±1,1	3,1±0,4	6,4±0,6	9,2±1,3	11,7±1,4

*) $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

**) Da tallene for toppskuddlengder ble avrundet til hele cm, fikk man alltid oppført 1 cm for observasjoner for gruppen «uten sand» 0. I virkeligheten varierer toppskuddene her mellom 0,5 og 1,5 cm.

Plantenes utseende var tydelig bedre ved større doser av fullgjødsel, mens tilførsel av sand viste klar positiv virkning bare på ugjødslede ruter. Planteavgangen var liten og stort sett likt fordelt. Ellers kan nevnes at det ikke var noe plantested hvor begge plantene var døde.

Forsøksresultatene etter 2. vegetasjonsperiode er satt opp i tabell 4 og fremstilt på fig. 7.*) Her kan følgende konstateres: Forskjellen i planteavgang både ved bruk av sand og ved forskjellige mengder av full-

*) På fig. fremstilles middelverdier ($\bar{x}$) som linjer og standardavvikelser ($\pm\sigma$) som skraverte belter.

Tabell 6. Forsøksresultater etter 4 vegetasjonsperioder
Results after four growing seasons. (1954–1957).

	Forsøksledd (fullgjødsel i kg pr. dekar) *Compound fertilizer kg/0,1 hectare*								Variansskvotienter. (F) *Quotient of variance*
	0		20		40		60		
	x	±σ	x	±σ	x	±σ	x	±σ	
				A. Planting uten sand *Planting without sand*					
Antall levende planter i % *Percentage of survival*	14,8	10,5	63,9	27,5	79,7	18,7	86,1	3,5	22,36***
Høyde i cm *Height in cm.*	8,8	1,4	14,0	5,3	23,0	3,1	28,7	3,2	42,49***
Toppskudd i 1957 i cm *Terminal leaders 1957 in cm.*	1,0	0,0	3,6	1,9	7,8	1,1	11,5	1,7	86,14***
				B. Planting med sand *Planting with sand.*					
Antall levende planter i % *Percentage of survival*	98,0	2,0	97,2	1,9	93,5	6,3	90,8	6,4	2,16
Høyde i cm *Height in cm.*	19,0	4,2	26,2	5,0	31,1	3,6	34,7	5,0	21,41***
Toppskudd i 1957 i cm *Terminal leaders 1957 in cm.*	4,6	1,5	6,8	1,3	11,3	1,7	13,3	2,1	33,71***

	Varianskvotient (F) mellom «uten sand» og «med sand» *Quotient of variance (with and- without sand).*			
Antall levende planter *Percentage of survival*	209,63***	5,52	4,59	3,95
Høyde *Height*	14,52*	78,73**	20,85*	17,47*
Toppskudd i 1957 *Terminal leaders 1957*	22,15*	23,59*	27,61*	13,50*

gjødsel er liten og ikke statistisk sikker. Forskjellen i toppskuddlengde ved bruk av forskjellige doser fullgjødsel er statistisk sikker bare hvor plantingen var utført uten sand.

Forskjellen i toppskuddlengde ved planting uten og med sand er statistisk sikker bare for ugjødslede ruter og for den minste dosen (20 kg/dekar) fullgjødsel.

b) Etter 4 vegetasjonsperioder.

Data fra revideringen den 19. 9. 1957 er satt opp i tabell 5. Som en kan se av tabellen er det ennå en forskjell i veksten mellom de første to

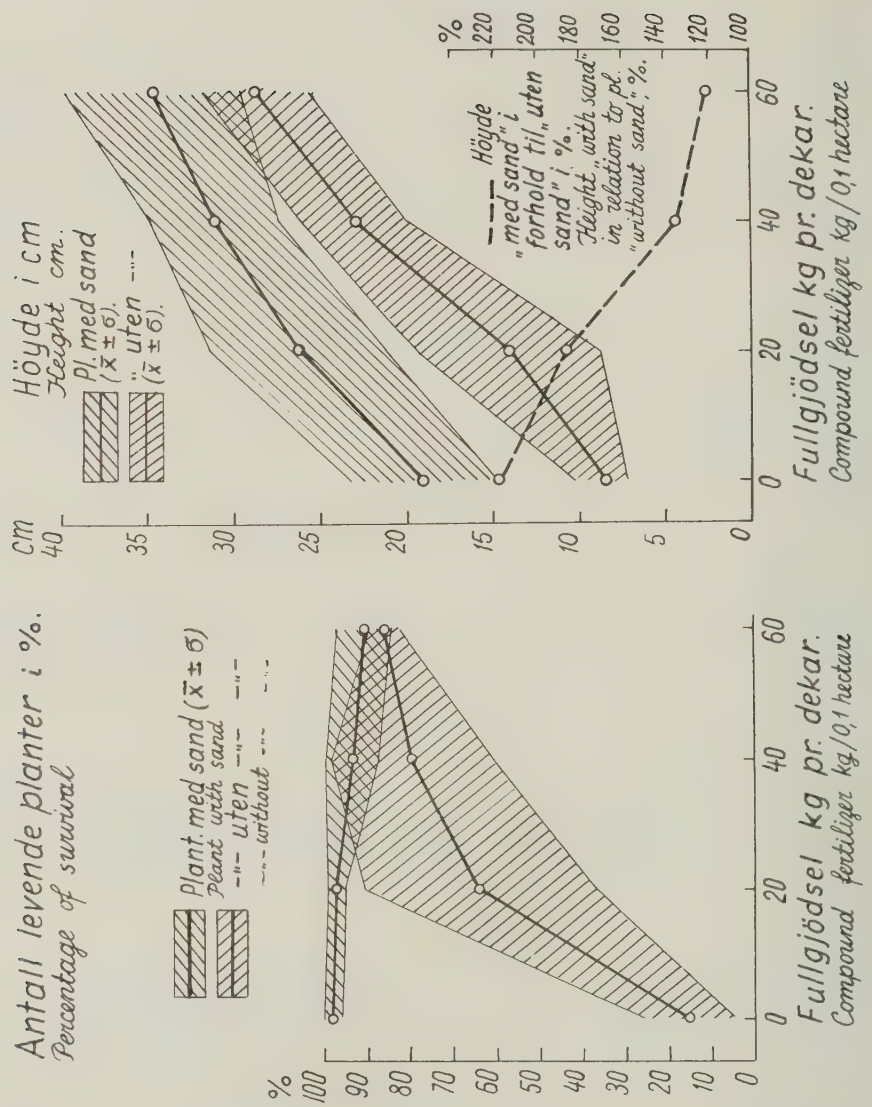


Fig. 8.

blokker som ligger ved den eldre grøften og de to andre som det første året var utsatt for et dårlig tørrleggingsforhold, selv om denne forskjellen ikke er okulært merkbar på forsøksfeltet.

Det kan tenkes at noe lignende kan forekomme ved planting på teiger med en større grøfteavstand fordi grunnvannsnivået danner en bue, og vekstforholdene midt på teigen vil være anderledes enn nærmere grøftene.

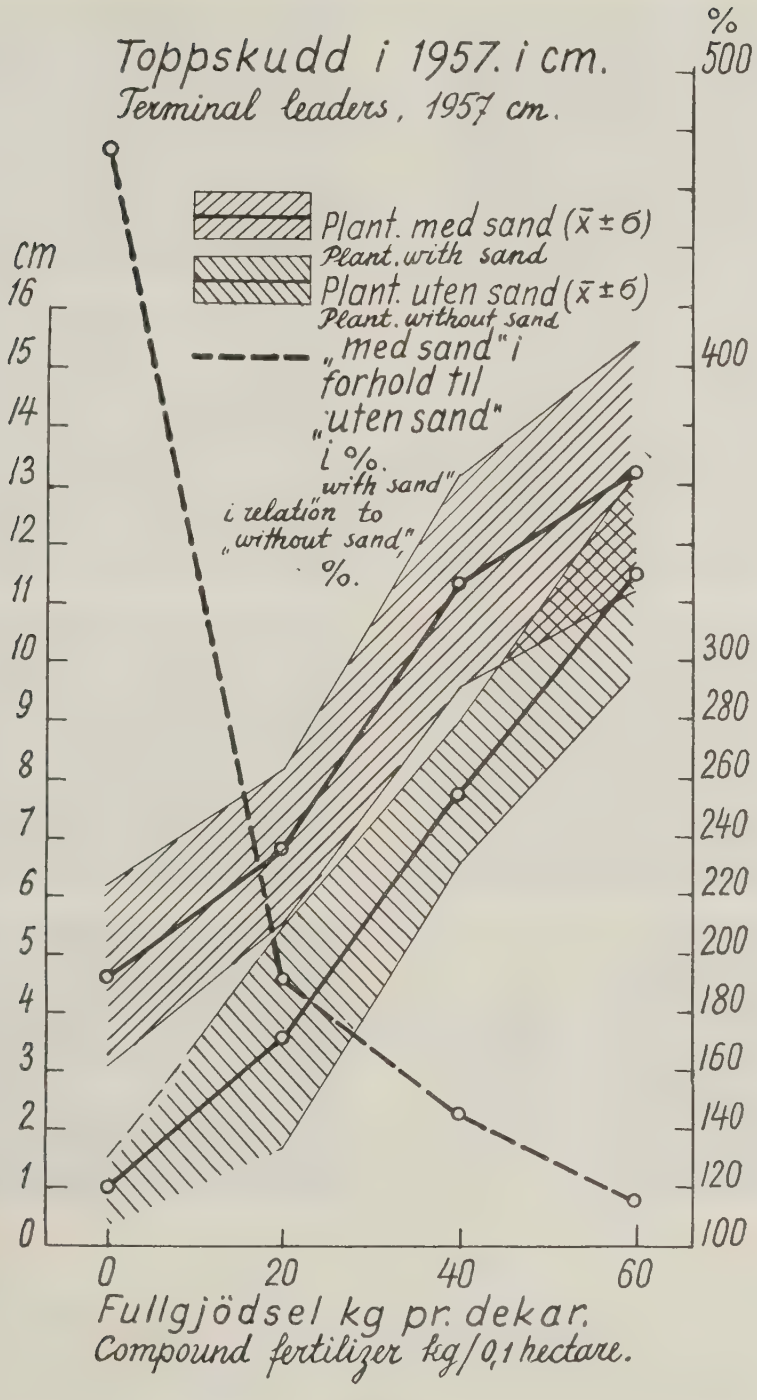

Toppskudd i 1957. i cm.
Terminal leaders, 1957 cm.
%
500
400
300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
cm
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Plant. med sand (x̄ ± σ)
Plant. with sand
Plant. uten sand (x̄ ± σ)
Plant. without sand
„ med sand" i forhold til „uten sand" i %.
„with sand" in relation to „without sand", %.
0
20
40
60
Fullgjödsel kg pr. dekar.
Compound fertilizer kg/0,1 hectare.

Fig. 9.

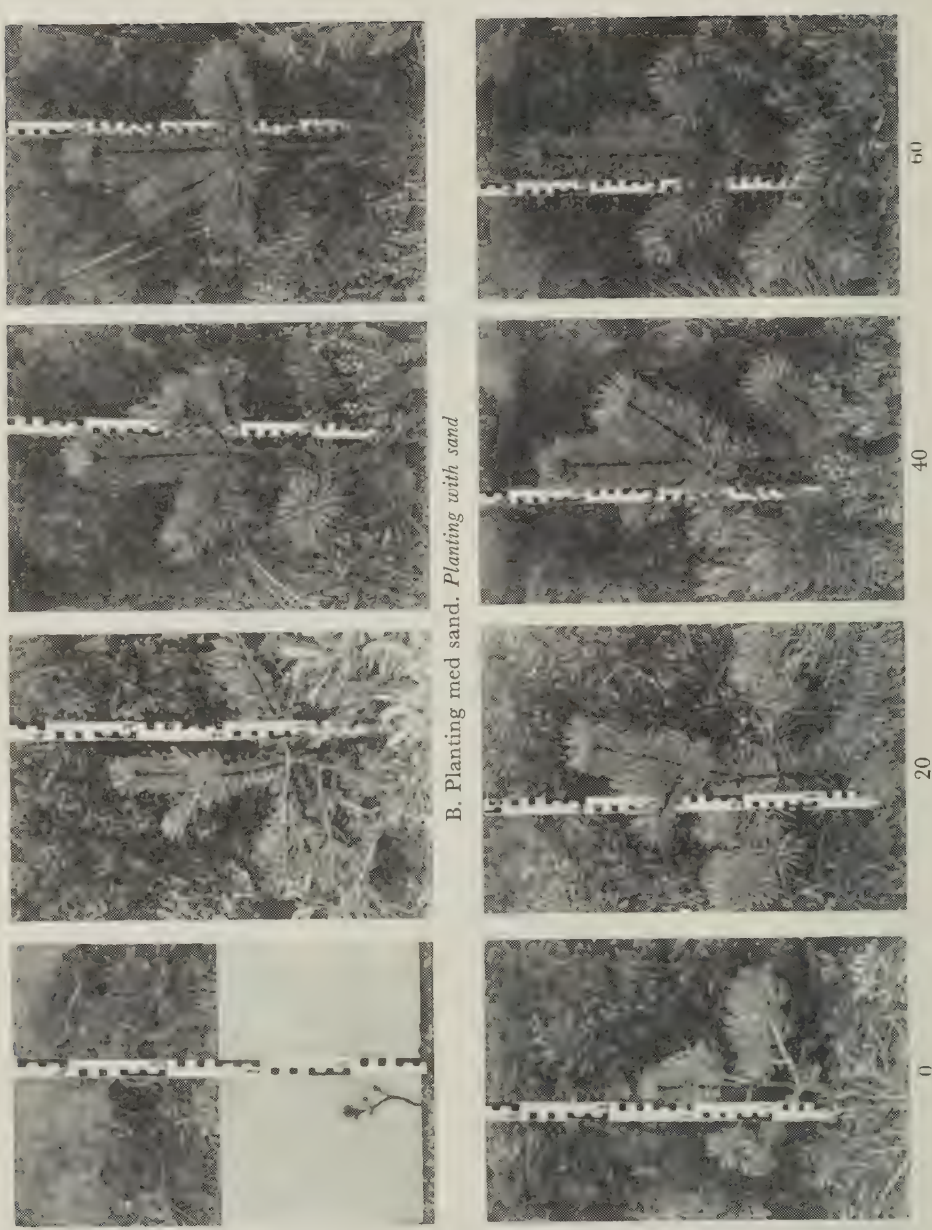


Fig. 10. Fullgjødsel i kg pr. dekar. *Compound fertilizer kg/0,1 hectare.*

I tabell 6 er satt opp middeltall for antall planter, høyde og toppskudd i 1957. Variansanalyse viser at forskjellene er statistisk sikre unntatt for planteantall ved planting med sand.

Forskjellen mellom planting «uten sand» og «med sand» er mindre sikker (for det meste $P > 0.05$) og med en tydelig tendens til minskning

ved større doser av fullgjødsel. Forskjellen i planteavgang her ved bruk av fullgjødsel er liten og ikke statistisk sikker ($P > 0.2$).

Data fra tabell 6 fremstilles grafisk på fig. 8 og 9 hvor det også vises forhold i plantehøyde og toppskuddlengde for planting «med sand» til planting «uten sand» (den siste tas som 100%).

En av de beste plantene for hvert forsøksledd er vist på fig. 10 hvor en også kan se forskjellen i nålelengde. Man oppnår normallengden av og -farven på nålene ved planting med sand allerede ved tilførsel av 20 kg/dekar fullgjødsel, ved planting uten sand først ved 40 kg/dekar fullgjødsel.

V. Diskusjon og foreløpige konklusjoner.

Forsøksmaterialet viser at grøftingen alene ikke på noen måte kan betraktes som tilstrekkelig tiltak for skogreising på Seutmosen, selv ved forholdsvis sterk tørrlegging ved liten (15 m) grøfteavstand, og selv om resultatene stammer fra den bedre del av myren. Plantet furu holder seg i live uten næringstilførsel i de første to år, men i løpet av de neste to år går mesteparten ut.

Da torvdannelsen på de ombrogene myrene som regel foregår med uvesentlige variasjoner når det gjelder næringsinnhold, er det å vente lignende resultater på alle ombrogene torvmarker.

Tilførsel av fullgjødsel i en mengde av 20 kg pr. dekar ved jevn spredning på myroverflaten viste seg å være utilstrekkelig for å tilfredsstille furuplantenes krav. Det normalt friske utseende kommer først ved tilførsel av 40 kg/dekar. De beste resultater (plantenes høyde og toppskudd) oppnåddes ved gjødsling med 60 kg/dekar, dvs. ved den største av de brukte doser av fullgjødsel.

Bruk av mineraljord på plantestedet har vist positiv virkning både på antall levende planter og veksten av disse. Det kan være grunn til å tro at dette delvis kan tilskrives forbedring av de fysiske forhold på plantestedet, men hovedårsaken ligger antagelig i de næringsstoffer som mineraljorden inneholder, fordi effekten minskes ved økende doser fullgjødsel. Men likevel er det sannsynlig at denne minskning ikke kan forklares bare med økt forsyning med N, P og K i fullgjødsel.

Man kan betrakte den tilførte sand som en svak (ikke konsentrert) ubalansert, men dog allsidig gjødsel. Den dekker bare ca. 4 dm^3 for hvert plantepunkt, og den konstaterte minskning av sandens virkning kan muligens forklares ved at planterøttene som er i sterk vekst, raskt vokser seg ut av sanden. Det er mulig man kunne fått andre resultater hvis sanden var blitt tilført i tilsvarende mengder på et større areal for

hver plante. Dette spørsmålet får vi her ikke svar på, men resultatene tilsier at man må eksperimentere videre med allsidig startgjødsling ved skogplanting på myr.

Bruk av mineraljord på samme måte som i dette forsøk, vil ved ordinær planting (forband 1,7 m x 1,7 m) kreve ca. 4 tonn sand pr. ha. Vi har dessuten ingen grunn til å anse sammensetningen av næringsstoffer i sand som den beste for plantene. Man bør vel derfor ved allsidig gjødsling heller bruke kunstgjødsel i konsentrerte former.

Av det som er sagt kan man trekke følgende foreløbige slutninger:

1. Fullgjødsel fra Norsk Hydro viste seg som tilfredsstillende startgjødsel for trærne i de første leveår. Berg's påstand (l. c.) om at fullgjødsel på en næringsfattig myr kan brukes (ved en jevn spredning på jordoverflaten) i mengder fra 40 kg pr. dekar bekreftes.
2. Den bestvirkende av de anvendte doser av fullgjødsel viste seg å være den største, 60 kg pr. dekar. Dosen 20 kg pr. dekar viste seg å være utilstrekkelig.
3. Forsøket med bruk av mineraljord viser at vi har videre muligheter til å forberede vekstforholdet også i startperioden ved allsidig gjødsling. Dette spørsmålet må utforskes videre.

LITTERATUR.

Berg, E. 1952 .Gödsling av skog. Växst-Närings-Nytt 8 (62-69).
Malmström, C. 1952. Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. Comm. Instituti Forestalis Fenniae 40.17. 26 s.
Meshechok, B. 1956: Om myrgjødsling for skogproduksjon. Tidsskr. for Skogbruk 64 (119–147).
— 1957: Arbeidshypotese for gjødsling av myr til skogproduksjon. Medd. fra Det norske myrselskap 55 (71–86).
Romell, L. G. 1950. Excursion to Upper Norrland, July 21.–22. 1950. 7th Int. Bot. Congr. Stockholm 1950. Excursion Guides, Sect. EXE. Uppsala.
Thurmann-Moe, P. 1941: Om bedømmelse av myr og vannsyk skogmark til planteproduksjon. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 21 (1–89).
— 1956: Eldre og nyere skogkultur- og gjødslingsforsøk på Åsmyra. Norsk Skogbruk 2 (269–281, 309–316).
Varlygin, P. D. 1924: Opredelenie stepeni raslogenia torfa primenitelno k prakticzeskim celjam. (Bestemmelse av omdannelsesgraden av torv for praktiske formål.) Torfjanoe Djelo nr. 9.

An Experiment with Compound Fertilizer by Planting Scots Pine on a Swamp.

In the spring of 1954, an experiment with compound fertilizer by planting Scots pine (*Pinus silvestris* L.) was started on a swamp (Seutmosen, Hobøl, Østfold county). Figure 1 shows the north part of the swamp with the trial area.

The Seutmosen swamp has to be classified as ombrogen. The stratigraphy of the peat is shown in figure 3, and the peat is chemically characterized in table 1. The degree of draining within the research area is shown in figure 4 by the level of the ground water table during the period June–September. The precipitation observed at the nearest meteorological station is given in table 2.

The experiment was carried out on four blocks and with four degrees of fertilizing: 0 (no fertilization), 20 kilos compound fertilizer per 0,1 hectare, 40 kg./0,1 hectare, and 60 kg./0,1 hectare (fertilizer produced by Norsk Hydro). The fertilizer used was of mark «B» (without Cl) and containd: N – 11,5%, P – 5%, and K – 17.5%.

Two-year old seedlings of pine were planted at a distance of one metre in rows. The space between the rows was 1,5 metres. Each square contained 54 spots for planting, and tow seedlings were planted on each spot.

Mineral soil (sand) was added directly on the roots in half of the planting spots in an amount of about three quarters of a litre. The mineral soil is chemically characterized in table 3.

The flat-root planting method was used, but the planting spot were differently prepared according to the variations of the surface of the swamp in order to obtain as uniform and suitable conditions for growth as possible.

The fertilizer was evenly spread over the squares just after the planting.

At the first control (August 24.–25. 1954) the plants were characterized in quality classes as follows: 4 = excellent, 3 = vigorous, 2 = less vigorous, 1 = dead.

Figure 6 showes the distribution on quality classes. There is a considerable difference between the strip which the first year had a ditch on one side only (lower part of the figure) and the strip with ditches on both sides (upper part).

The results after two growing seasons are given in table 4, and graphically illustrated in figure 7.

In the autumn of 1956, one of the plants were cut on spots where there still were two living plants.

On September 19. 1957, the survival of plants was registered, and the height of the plants and the length of the last terminal leader were measured. The results are given in table 5. From this table it can be seen that a difference of growth still exist between the first strip (blocks I and II) and the second strip (blocks III and IV) which the first year was insufficiently drained, although this difference is not visibly recognizable any more.

In table 6 are given the means (x) and the standard error ($\div \sigma$) for the percentage of survival, height, and length of terminal leaders last year. The data are graphically illustrated in the figure 8 and 9, on which also the height and length of treminal leaders for the planting «with sand» can be seen in relation to planting «without sand» (the last one taken as 100%).

One of the best plants from each degree of fertilizing are shown in figure 10.

The result of the investigations is that draining alone cannot be considered sufficient for planting on this swamp. Without fertilizing, the plants keep alive for two years, but during the next two years most of them die.

Spreading of compound fertilizer in a quantity of 20 kg/0.1 hectare on the surface of the swamp proved to be insufficient ,and 40 kg/0.1 hectare is needed to give the plants a normal fresh look. Of the degrees of fertilizing used, the best results were obtained by the highest one (60 kg/ 0.1 hectare).

Adding mineral soil to the roots proved an effect on the percentage of survival, and the growth. The effect decreases with increasing quantities of N, P, and K added with the compound fertilizer and also to the fact that the more rapid-growing roots soon exceed the spot where the sand is added (4 square decimetre).

The results obtained by adding mineral soil indicate that there are further possibilities to improve the growth from the start with a fertilizer compound of all elements. This problem needs further investigations.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

B. MESHECHOK

Om plantemetoder for *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm. på myr

Foreløpig rapport

On Planting Methods for Pinus contorta *var.* latifolia *Engelm. on Swamps*

Preliminary Report

Forord.

Forsøket er finansiert av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, og jeg frembringer min beste takk for midlene.

Feltverten, Det norske Skogselskap, har hele tiden lagt forholdene til rette for arbeidet på beste måte. De kjemiske analyser er utført av fru Gerd Brevig og herr Magne Opem. Ved mark- og regnearbeidet hadde jeg assistanse av skogtekniker Sverre Veie. Under utarbeidelsen av manuskriptet har jeg hatt anledning til å diskutere flere spørsmål med mine kolleger, og jeg har mottatt mange gode råd.

Jeg takker alle for allsidig hjelp og støtte.

Vollbekk, februar 1958. B. Meshechok

Innhold.

I. Innledning 311
II. Feltbeskrivelse 312
III. Forsøksmetodikk 314
IV. Forsøksmaterialet 319
V. Diskusjon 322
Litteratur 322
On Planting Methods for Pinus contorta *var.* latifolia *Engelm. on Swamps* 323

I. Innledning.

Skogreising på en grøftet, trebar myr på „naturlig" måte, dvs. basert på en naturlig besåning fra nærliggende skogkanter, byr ofte på større problemer enn på en fastmark. Myrvegetasjonen danner som regel ugunstige forhold, og spirende frø har vanskelig for å rotfeste seg. Tilførsel av gjødsel vil ofte forverre situasjonen fordi både gress og lyng da får en sterkere utvikling.

En markberedning på myr med «såring» av jordoverflaten er ennå vanskeligere enn på eldre snauflater på fastmark, og i et *Sphagnum*-teppe praktisk ugjennomførlig. Dessuten blir alle forsenkninger etter markberedningen som regel vannreservoarer, mens de torvklumpene som ble rotet opp og ligger på overflaten, tørker ut ved første godværsperiode med irreversibel koagulasjon av kolloidale stoffer.

Derfor må man i mange tilfeller betrakte planting som den mest pålitelige måten til å få skog på myr.

Imidlertid vet vi svært lite om plantemetoder på torvmark. Forholdene i torvjorden er forskjellig fra dem i mineraljorden, og det er sannsynlig at plantemetodene for fastmark ikke passer så godt for myr. Den viktigste forskjellen gjelder spørsmålet om jordfuktigheten. Selv på grøftet myr vil vannet sjelden eller aldri bli minimumsfaktor, oftere tvert om. Derfor vil det på myr antakelig være fordelaktig å plante på forhøyningene. På den annen side kan det være meget farlig å skape slike forhøyninger uten hensyn til kapillar vannforsyning fra underliggende torvjord.

Man vet at trerøttene på grøftete myrer strekker seg ut i det øverste torvsjiktet. Malmström sier at «den zon, innom vilken trädrötterna huvudsakligen gå fram, ligger 2–10 cm. under markytan» (Malmstrøm, 1935, s. 630). Dette gjelder også der trærnes transpirasjon allerede ydet sitt bidrag til tørrleggingen og hvor således rotsonen kunne bli dypere. Derfor kan det tenkes at flatrotplanting vil ha fordeler fremfor loddrettplanting.

I et forsøk på Prestemosen (Det norske Skogselskaps eiendom i Prestebakke) ved planting av vrifuru (*Pinus contorta*, var. *latifolia* Engelm.) ble det brukt 4 plantemetoder for å få begrep om forskjellen mellom flatrotplanting og loddrettplanting. Forsøket ble anlagt våren 1955. Her meddeles resultatene etter 3 vegetasjonsperioder (1955–1957).

II. Feltbeskrivelse.

Prestemosen ligger i Idd herred, Østfold fylke. Georgafiske koordinater er: 0° 51' østlig lengde (fra Oslo)og 59° 00' nordlig bredde. Høyde over havet er ca. 160 m. Årlige nedbørsmengder er 740 mm og årets middeltemperatur + 6°C. Middeltemperatur for mai-september er ca. 13°C.

Myren har et areal på omtrent 10 hektar og ligger som et belte med litt over 100 m bredde, utstrakt fra SV til NØ. Omkring myren ligger grunnfjell av gneis-bergarter, som stedvis er bart, men mesteparten dekket med et sjikt av sand, bevokset med furuskog, stedvis med innblanding av bjørk og gran. *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea* og *Cladonia*-arter, samt *Hylocomium Schreberi* er hovedartene i bunnvegetasjonen på fastmarken.

Fjell danner en hals omtrent midt på myra slik at SV-parten ligger betydelig høyere enn resten. Denne delen av myra ble grøftet i 1953 ved sprenggrøfting med forskjellig (20–40 m) grøfteavstand. Forsøket ble anlagt på 40 m bred teig.

Torvstratigrafien (se tverrprofil på fig. 1) viser at myra opprinnelig var topogen, men må nå karakteriseres som soligen torvmark. Bare de øverste 10–12 cm er av dårlig omdannet *Sphagnum*-torv. Under denne ligger Carex-Eriophorum torv med destruksjonsgrad over 35% (bestemt etter Varlygins metode, 1924).

Myroverflaten er svak tuet, og bunnvegetasjonen ved anleggelsen av forsøket bestod av følgende arter:

	Dekningsgrad i %
Molinia coerulea	5–10 %
Carex lasiocarpa	5–10 %
Myrica gale	3–5%
Eriophorum angustifolium	3–5%
Rhynchospora alba	3–5%
Calluna vulgaris	1–3%
Northecium ossifragum	1–3%

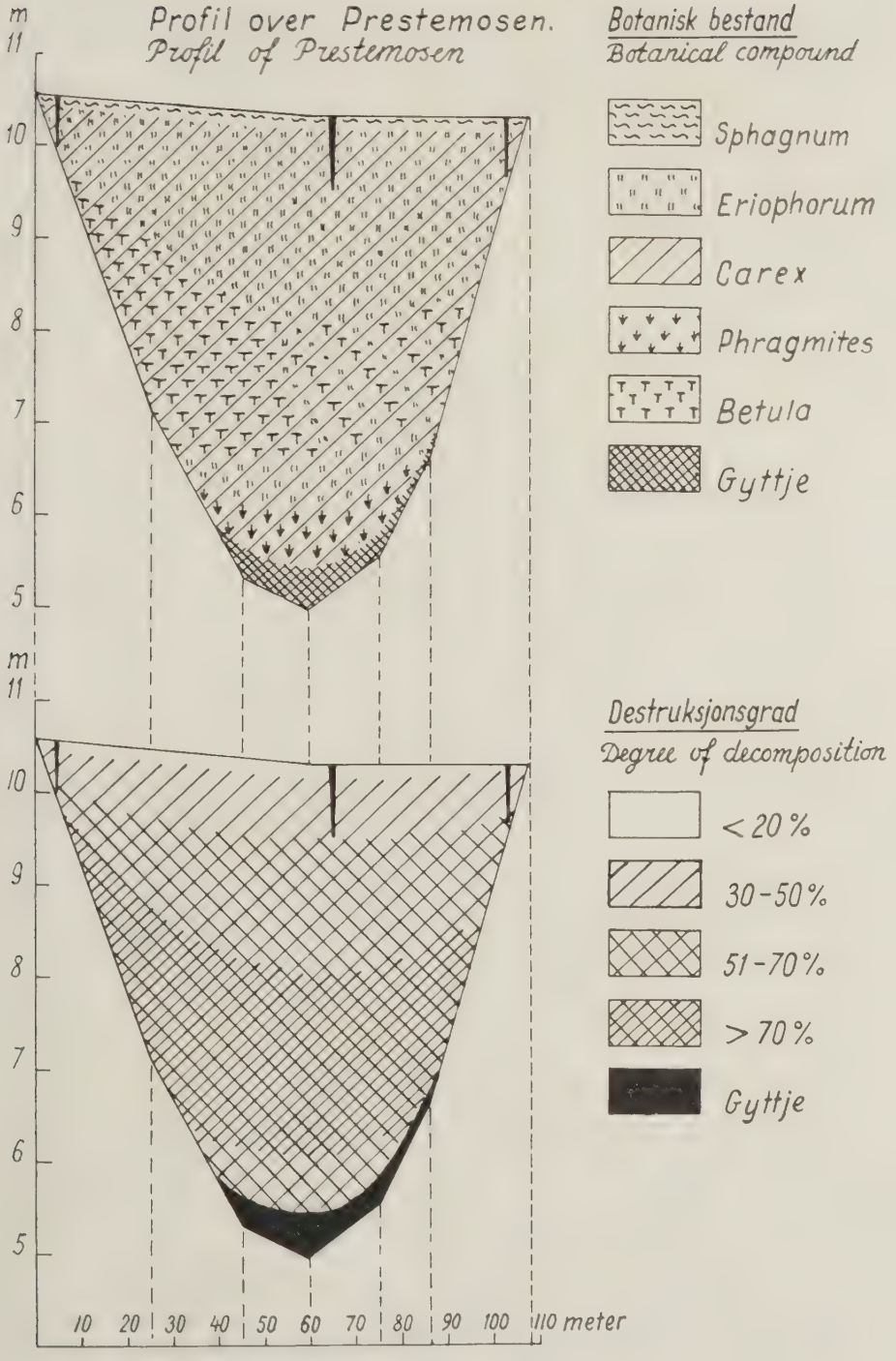

Profil over Prestemosen.
Profil of Prestemosen
Botanisk bestand
Botanical compound
Sphagnum
Eriophorum
Carex
Phragmites
Betula
Gyttje
Destruksjonsgrad
Degree of decomposition
< 20 %
30-50 %
51-70 %
> 70 %
Gyttje
m
11
10
9
8
7
6
5
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 meter

Fig. 1.

Oxycoccus quadripetalus		<1% (stort planteantall)
Andromeda polifolia		<1% (ikke stort planteantall)
Erica tetralix		<1% (sjelden)
	Sum	20–40%

Sphagnum imbricatum		70–75%
Sphagnum papillosum		10–15%
Sphagnum rubellum		5–7%
Sphagum magellanicum		3–5%
Sphagnum tenellum		<1% (sjelden)
	Sum	90–100%

Ifølge Løddesøl og Lid (1950) er mesteparten av artene middels til lite kravfulle. Etter Thurmann-Moe's klassifikasjon (Thurmann-Moe, 1941) tilhører myren halvgress-kvitmosetypen.

Resultatene av den *kjemiske analysen* av torvjorden i sjiktene 0–20 og 20–40 cm er satt opp i tabell 1. Det viser seg at torvjorden på Prestemosen er rik på jern, svovel og forholdsvis på magnesium, men ellers er den i sammenlikning med en del av de andre undersøkte soligene myrene (Meshechok, 1957) fattig på mineralnæring.

Tørrleggingsgraden på forsøksfeltet vises på fig. 2. Grunnvannstandsbuene er konstruert på grunnlag av målingene utført i juni–september (den 10., 20. og 30. i hver måned). De varierer for hvert år og er avhengig av nedbørsmengdene i observasjonsperiodene (se tabell 2). Man kan anta at grunnvannskurven for juni–september 1956 ligger nærmest til den «normale» (nedbør + 10,5% til normal). Så ble den «biologiske tørrleggingsnorm» (Meshechok, 1955) for forsøksteigen lik ca. 24 cm.

III. Forsøksmetodikk.

Pinus contorta (1/1) ble plantet den 2.–6. juni 1955. Forsøket ble anlagt som blokkforsøk med 4 blokker (se fig .3). Hver blokk har 8 rader (2 for hver plantemetode). Avstand mellom radene er 1,5 m og mellom plantene i raden 1 m. I hver rad ble det plantet 20 planter.

Det ble brukt følgende 4 plantemetoder (se fig. 4):

A. På plantestedet skjæres ut et stykke torv med spade (omtrent 20 x 20 x 20 cm), legges i de samme hull i omvendt tilstand og presses ned

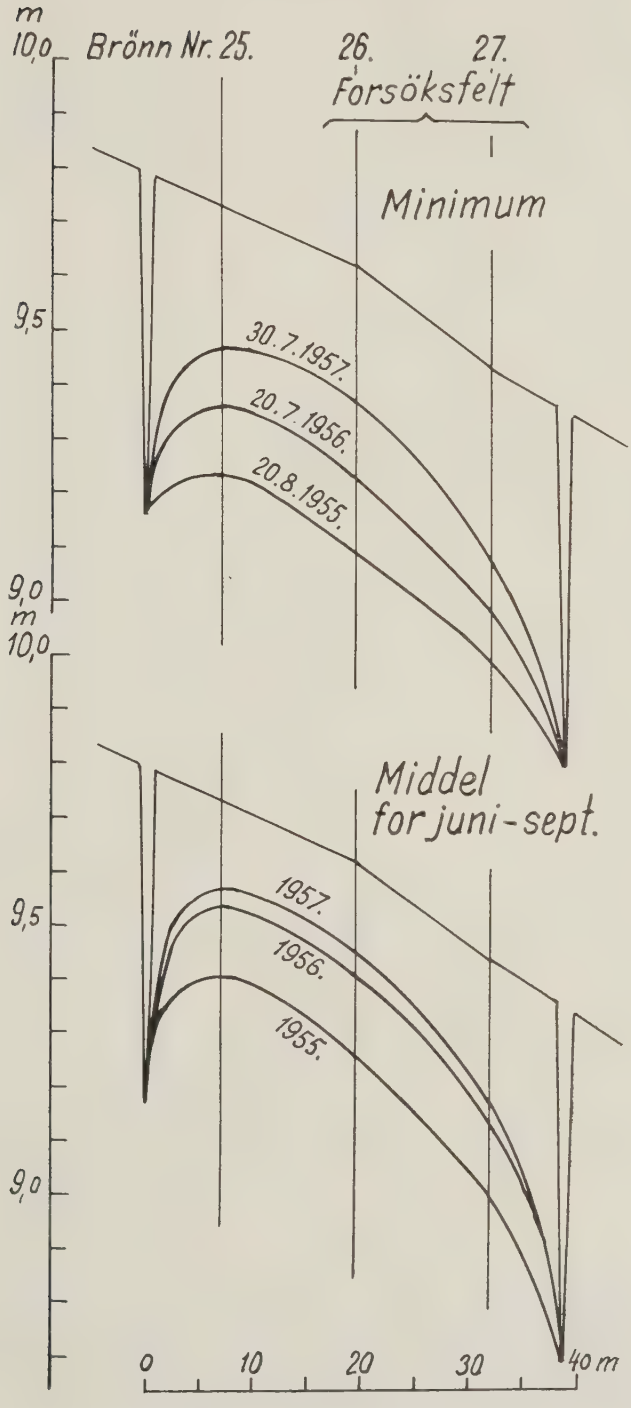

m
10,0
Brönn Nr. 25.
26.
27.
Forsöksfelt
Minimum
9,5
30.7.1957.
20.7.1956.
20.8.1955.
9,0
m
10,0
Middel
for juni-sept.
1957.
1956.
1955.
9,5
9,0
0
10
20
30
40 m

Fig. 2.

Tabell 1. Kjemisk karakteristikk av torvjorden på Prestemosen.
Chemical content of the peat

Dybde *Depth* cm.	Tørrstoff *Dry matter* kg/dm³	pH	Aske *Ashes* %	Totale mengder *Total amounts*										I løselig form *Soluable*	
				N	Si	Fe	Al	Mn	Ca	Mg	K	P	S	K*	P*
				i % av vannfri torv / i kg pr. hektar *in % of dry matter / kg hectare*											
0–20.....	0,092	4,39	12,5	2,462	4,637	0,254	0,433	0,015	0,158	0,074	0,021	0,066	0,523	0,016	0,002
				4530	8532	467	797	28	291	136	39	121	962	29	3,7
20–40.....	0,123	4,62	4,0	2,510	0,929	0,118	0,388	0,012	0,188	0,077	0,014	0,053	0,503	0,005	0,0007
				6175	2285	290	954	30	462	189	34	130	1237	13	1,6

*) Utregnet på grunnlag av M-tall og L-tall etter Egnér. *Computed on M-figures and L-figures from Egnér.*

Tabell 2. Nedbørsmengden 1955–1957 (Halden).
Precipitation 1955–1957 (Halden).

År *Year*	Juni			Juli			August			September			Sum juni–september		
	mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*		mm	Avvikelse fra normal *Deviation from normal*	
		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
Normal	53			69			97			64			283		
1955.....	11,7	÷41,3	÷78 %	8,8	÷60,2	÷70 %	28,8	÷68,2	÷70 %	95,3	+ 31,3	+ 49 %	144,6	÷138,4	÷49 %
1956.....	82,9	+29,9	+56 %	40,8	÷28,2	÷41 %	131,0	+34,0	+35 %	58,1	÷ 5,9	÷ 9 %	312,8	+ 29,8	+10,5%
1957.....	70,0	+17,0	+32 %	53,7	÷15,3	÷22 %	108,5	+11,5	+12 %	164,7	+ 100,7	+157 %	396,9	+ 113,9	+40 %

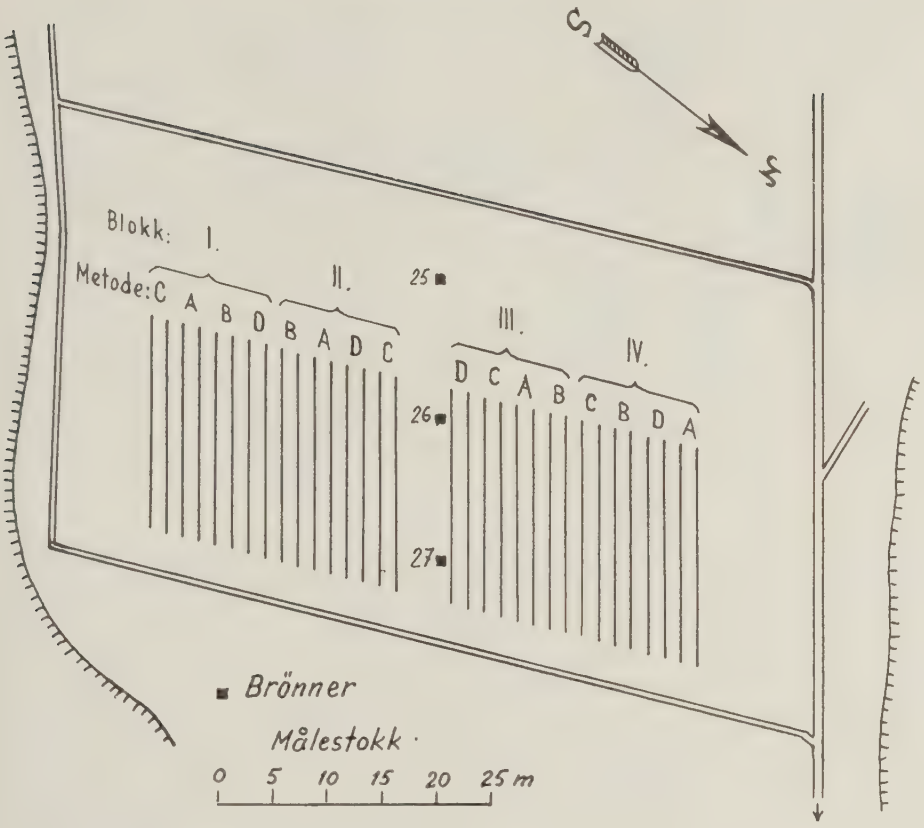


Fig. 3.

med føttene. Deretter følger flatrotplanting. Torven til å dekke røttene med ble tatt fra grøftebunnen, og det ble brukt omtrent 1/3 bøtte pr. plantested.

B. Et torvstykke av samme størrelse skjæres ut, plaseres i vegetasjon på plantestedet i omvendt tilstand og presses sterkt til med føttene. Videre som ved plantemetode A.

C. Flatrotplanting uten noen forberedelse av plantestedet. Røttene plaseres direkte på moseteppet og dekkes med torv som ved metodene A og B.

D. Vanlig spaltemetode.

Som *gjødsel* ble brukt bare råfosfat i mengder 50 g (et mål) pr. plante. Råfosfaten ble spredd ut på plantestedet (ca. 5 dm^2) straks før røttene ble plasert, slik at disse fikk direkte kontakt med den tilførte næringen. Ved metode D ble råfosfaten tilført i åpen spalte, slik at mesteparten av den ble spredt på spaltveggene.

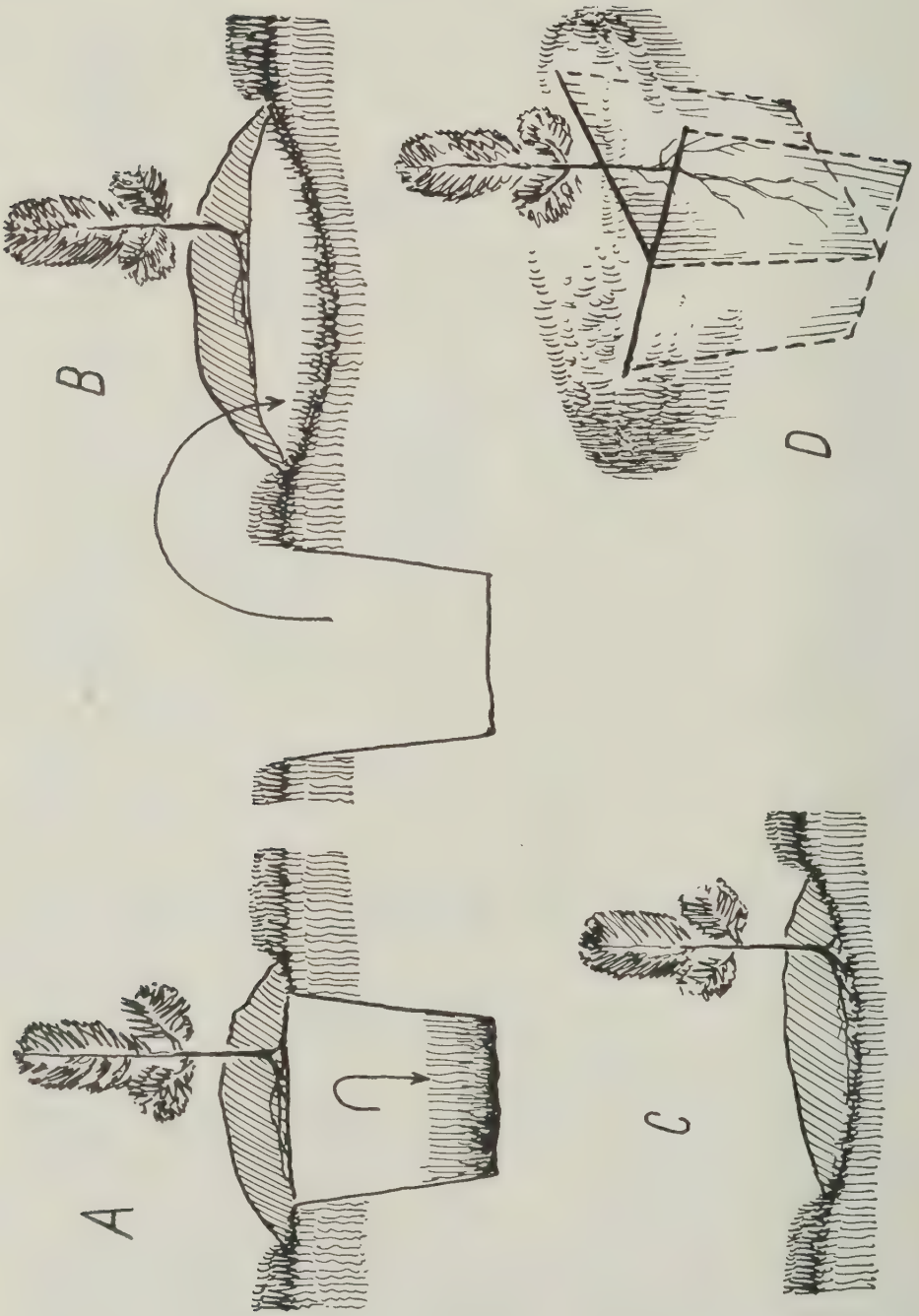


Fig. 4.

Kjemisk analyse av råfosfat har gitt de verdiene som er satt opp i tabell 3, hvorav en kan se at det med råfosfat tilføres også store mengder av kalsium og noe av mangan, magnesium og kali.

Tabell 3. Resultater av kjemisk analyse av råfosfat.
Chemical contents of the raw-phosphate.

Vekt i 1 liter i kg *Weight kg/liter*		Si	Mn	Ca	Mg	K	P
Lufttørt stoff *Air dried*	Tørrstoff *Dry matter*	Totale mengder i % av tørrstoff *Total amounts in % of dry matter*					
1,070	1,057	0,57	0,174	35,7	0,067	0,128	14,45

IV. Forsøksmaterialet.

Forsøket ble revidert den 12. oktober 1955, 29. september 1956 og 18. september 1957. De to første årene ble planteavgangen registrert, i 1957 ble også plantehøyde og lengden av siste toppskudd målt.

Antall levende planter ved de forskjellige plantemetoder er satt opp i tabell 4. Denne viser at det var størst planteavgang i første vegetasjonsperiode (som også var den tørreste). I de neste 2 år var planteavgangen helt ubetydelig og bare ved metodene D og A.

Forskjellen i planteavgang ved forskjellige plantemetoder er statistisk sikker ($P < 0{,}001$).

Tabell 4. Antall levende planter i %.
Percentage of survival.

	Plantemetoder *Planting methods*				Variasjonkvotient (F) *Quotient of variance*
	A	B	C	D	
	Antall levende planter i % ($\bar{x} \pm m$) *Percentage of survival*				
Første år (1955)	95,6 ± 2,1	81,3 ± 7,8	66,9 ± 5,4	80,0 ± 8,1	
Annet år (1956) .	95,6 ± 2,1	81,3 ± 7,8	66,9 ± 5,4	80,0 ± 8,1	
Tredje år (1957).	94,4 ± 2,4	81,3 ± 7,8	66,9 ± 5,4	75,0 ± 9,1	27,50***

$\bar{x}$ = middelverdier, $m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Ved *** $P \leq 0{,}001$
Ved ** $P \leq 0{,}01$
Ved * $P \leq 0{,}05$
Uten stjerne $P > 0{,}05$ (Bonnier, G. och Tedin, O. Biologisk variationsanalys)

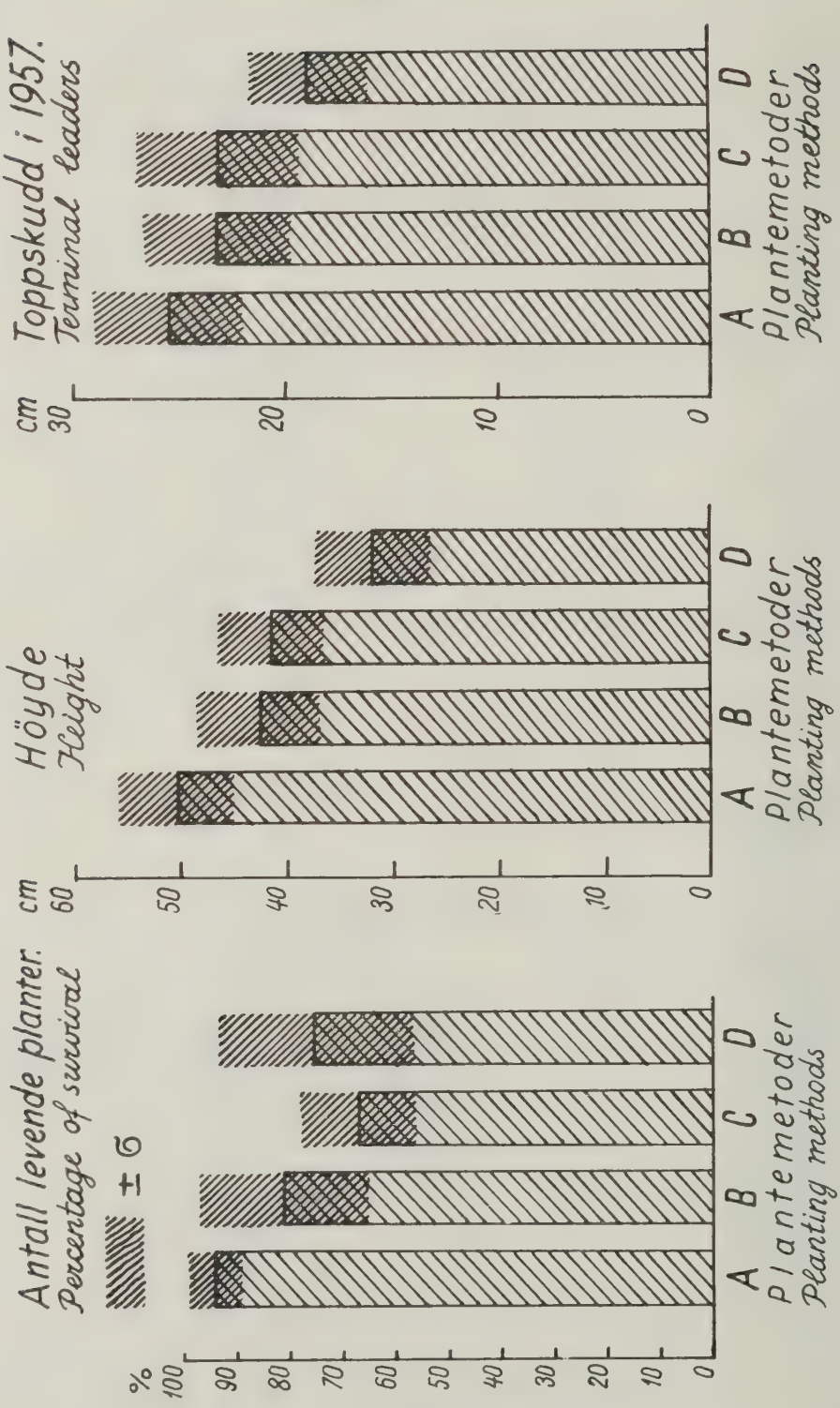

Antall levende planter.
Percentage of survival
± σ
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
A B C D
Plantemetoder
Planting methods
Höyde
Height
cm
60
50
40
30
20
10
0
A B C D
Plantemetoder
Planting methods
Toppskudd i 1957.
Terminal leaders
cm
30
20
10
0
A B C D
Plantemetoder
Planting methods

Fig. 5.

Plantehøyde og toppskuddslengde høsten 1957 er gitt i tabell 5 og er sammen med planteprosentene satt opp grafisk ($\bar{x} \pm \sigma$) i fig. 5. Også forskjellen i høyden og toppskuddslengden er statistisk sikre ($P < 0{,}001$ og $P < 0{,}05$).

Hos en del planter ble observert dannelse av sommerkvistkrans (se fig. 6), som er et normalt fenomen for *Pinus contorta*. Det ser ut til at dannelsen av sommerkvistkrans er positivt korrelert med vekstforholdene (se tabell 6).

Fig. 6.

Tabell 5. Plantehøyde og toppskuddslengde i 1957.
Height of plants and length of terminal leaders. 1957.

	Plantemetoder *Planting methods*								Variansskvotient (F) *Quotient of variance*
	A		B		C		D		
	$\bar{x}$	± m	$\bar{x}$	± m	$\bar{x}$	± m	$\bar{x}$	± m	
Høyde av planter i cm. *Height in cm.*	50,2	2,6	42,5	3,2	41,5	2,5	31,9	2,7	16,83***
Toppskuddslengde i cm.. *Terminal leaders in cm.*	25,6	1,7	23,3	1,7	23,2	1,9	18,9	1,4	5,88*

Tabell 6. Antall planter med sommerkvistkrans ved forskjellige plantemetoder
Number of plants with an additional whorl in %.

Plantemetoder *Planting methods*			
A	B	C	D
$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
31,9 ± 4,3	34,9 ± 7,2	26,9 ± 7,2	13,4 ± 8,4

V. Diskusjon.

Forsøket viser at en får det beste resultat ved bruk av plantemetode A hvor det var noe jordbearbeidelse på plantestedet, en metode som altså har viss likhet med pløying og valsing ved myrdyrking.

Plantemetodene B og C har gitt omtrent like resultater hva angår veksten, men planteavgangen var betydelig større ved metode C (33% mot 19%). Denne forskjell må antagelig tilskrives det ekstreme tørkeår 1955. De dårligste vekstforholdene fikk plantene ved spalteplantingen (metode D), dog var planteavgangen her mindre enn ved metode C (25%).

Den dårlige veksten ved spalteplantingen kan antakelig ikke tilskrives at det her ikke ble brukt godt omdannet torv fra grøftebunnen for å dekke røttene. Hovedårsaken ligger i loddrettplantingen hvor røttene ble plasert i et meget fuktig torvsjikt (i dette forsøk- nær grunnvannspeilet). Det kan nevnes at i et annet forsøk (på den samme myren og anlagt samtidig) hvor det ble brukt bare plantemetode A, er det i ledd «uten gjødsel» ingen vekst på *Pinus contorta* (heller ikke på *Pinus silvestris*) i det hele tatt.

Man kan konkludere med at forsøket har vist at det er fordelaktig å bruke en flatrotmetode ved planting av *Pinus contorta* på soligen myr med *Sphagnum*-torv i overflaten. Av de variantene som er prøvd, er metode «A» den beste.

Et viktig resultat er også at på Prestemosen har råfosfat alene vist seg å være tilstrekkelig som startgjødsel i de første leveårene.

LITTERATUR.

Løddesøl, Aa. og Lid, J. 1950. Myrtyper og myrplanter. Oslo. 95 s.

Malmström, C. 1935. Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. Medd. från Statens Skogsforsøksanstalt 28 (571–650).

Meshechok, B. 1955. Litt om bestemmelse av tørleggingsgraden på grøftede myrer. Medd. fra Det norske myrselskap 53 (157–162).

— 1957. Arbeidshypotese for gjødsling av myr til skogproduksjon. Medd. fra Det nosrke myrselskap 55 (71–86).

THURMANN–MOE, P. 1941. Om bedømmelse av myr og vannsyk skogsmark til planteproduksjon. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 21 (1–89).
VARLYGIN, P. D. 1924. Opredelenie stepeni raslogenia torfa primenitelno k prakticzeskim celjam. (Bestemmelse av omdannelsesgraden av torv for praktiske formål). Torfjanoje Djelo, nr. 9.

On Planting Methods for Pinus contorta on Swamps.

In many cases planting has to be regarded as the most reliable means for the afforestation of treeless swamps. However, very little is known on the planting methods suitable for peat-bogs. In an investigation on the swamp Prestmosen (Prestebakke, Østfold county) with *Pinus contorta*, four methods were used to get an idea of the difference between the flat-root planting method and the side-hole method (roots in vertical position).

The investigation was started in the spring of 1955 on a 40 meter wide strip.

The swamp Prestmosen now has to be characterized as soligen. Only the upper layer of ten to twelve centimetres consists of slightly decomposed peat of *Sphagna*. Under this layer there is a *Carex — Eriophorum* — peat decomposed to a higher degree. The stratigraphy of the peat is shown in figure 1.

The chemical content of the peat is given in table 1, and the degree of draining in figure 2. The curves indicating the ground water table are based on measurements from June to September (the 10., 20., and 30. of each month). The precipitation in the same period observed at one of the nearest meteorological stations is given in table 2.

Pinus contorta var. *Latifolia* Engelm. (1/1) was planted between June 2. and June 6. 1955 in four blocks (see figure 3) with a space of 1,5 metres between the rows and 1,0 metre between the plants in the row. Four planting methods were used (see figure 4). As fertilizer was applied only raw phosphate, about 50 g per plant. The phosphate was spread on the planting spot (about 5 dm^2) just before the roots were placed, so that direct contact was established between the roots and the fertilizer. For the method D (side-hole method) the raw phosphate was added in the open slit, and most of the fertilizer was spread on the walls. The result of a chemical analysis of the phosphate is given in table 3.

The results (percentage of survival, height and length of terminal leaders) after three growing seasons (1955-1957) are given in the tables 4 and 5, and graphically illustrated in figure 5.

The investigation indicates that the best results are obtained by using method A. On the planting spot this method had some preparation of the soil, to some extent resembelling the ploughing and rolling when cultivating swamps.

The plants got the poorest conditions of growth by the side-hole method (method D). The main reason for this result is the vertical-root planting by which the roots were placed in a wet layer (in this experiment not far above the ground water table).

Another important result is that raw phosphate alone has proved to be sufficient as an initial fertilizer on this swamp.

On some of the plants the formation of an additional whorl during the summer was observed (see figure 6), and this phenomenon seems to be correlated with the planting methods (se table 6).

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

LARS STRAND

Sampling for volume along a line

Introduction.

The „relascope" has been used very much since it was introduced by Mr. W. Bitterlich some years ago. An estimate of basal area is rapidly found by use of this instrument. As volume may be expressed as the product of basal area and formheight, the relascope may also be useful for volume estimation.

The formheight has to be found by other means. In some cases only a guess is made. In other cases, some height measurements are taken and the form number determined by special tables (e. g. Nyyssönen 1955).

A step in the direction to simplify the height estimation was made by Essed (1955) and Hirata (1955) who independently worked out the „cone method." This method is based on a principle similar to that of the relascope.

In many cases, volume is the factor of direct interest, while height and basal area are used as auxiliary variables. Therefore, it is important to find a method to estimate the product of basal area and height in one step instead of two.

A new method for estimation of volume.

A sampling method that has been used very much is sampling with probabilities proportional to size. An example of this is given by Langsæter (1934) who proposed to allocate the sample trees in proportion to basal area. The size of the unit will in this case be the basal area of the tree.

Let the variable under consideration be denoted by y, while x is the size of the unit. When sampling is done with probabilities proportional to size, the mean value of y is estimated by the formula:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \overset{n}{S} \left(\frac{y}{x}\right) \bar{x}, \tag{1}$$

and the total by:

$$Y = \frac{1}{n} \overset{n}{S} \left(\frac{y}{x}\right) X = \frac{1}{n} \overset{n}{S} \left(\frac{y}{x}\right) \overset{N}{S} (x) \tag{2}$$

where X is the total of x, n is the number of observations in the sample and N is the total number in the population.

If height is used as a measure of size and the product of basal area (G) and height (H) is to be estimated, the estimate is given by:

$$GH = \frac{1}{n} \overset{n}{S} \left(\frac{gh}{h}\right) \overset{N}{S} (h) = \frac{1}{n} \overset{n}{S} (g) \overset{N}{S} (h) \tag{3}$$

The height (H) here can be defined as Lorey's mean height:

$$H = \frac{\overset{N}{S} (gh)}{\overset{N}{S} (g)} \tag{4}$$

which means that $GH = \overset{N}{S}$ (gh). The volume will then be $V = F \overset{N}{S}$ (gh) where F is the stand form number corresponding to Lorey's mean height. Combining the formulae, it will be seen that the volume is estimated by:

$$V = F \frac{1}{n} \overset{n}{S} (g) \overset{N}{S} (h). \tag{5}$$

The total sum of the heights will not be known, so this quantity will have to be estimated.

Let a certain area be assigned to each tree of the stand, the area being proportional to the height of the tree. A line of length L is drawn through the stand and a count is made of how many of the areas are intersected by the line.

The probability that the area of a particular tree with height h' will be intersected is:

$$p_i = \frac{k\, h'\, L}{A} \tag{6}$$

where kh' is the area assigned to the tree, and A is the total area of the stand. A is assumed to be large compared to the individual areas of the trees. Using formula (6), it is seen that the average number of areas intersected will be:

$$n = \frac{k \overset{N}{S}(h) L}{A} \tag{7}$$

This means that an estimate of $\overset{N}{S}h$ is given by:

$$\overset{N}{S}(h) = n \frac{A}{k L} \tag{8}$$

If this expression is put into formula (5), the estimate of volume will be:

$$V = F \frac{1}{n} \overset{n}{S}(g) \frac{n A}{k L} \tag{9}$$

or, for volume per unit stand area:

$$\frac{V}{A} = F \frac{1}{n} \overset{n}{S}(g) \frac{n}{k L} = F \overset{n}{S}(g) \frac{1}{k L} \tag{10}$$

In practice the estimation is made quite rapidly: a line of length 15.7 m. is located in a random fashion in the stand. Starting at one end of the line, all the trees that have a sum of readings by a clinometer from stump to top of 63° 30', are selected. (tan 63° 30' = 2.) Only trees on one side of the line are measured. By this procedure the trees will be selected with probablity proportional to the height. To get $\overset{n}{S}(g)$, the diameters of the trees selected have to be measured. Two men can do the work quickly, one using the clinometer, the other measuring the diameters.

If the diameters are measured in centimeters, an estimate of GH in cubic meters per hectare is obtained by taking the sum of the squared diameters and dividing it by 10. To get an estimate of volume, the result must further be multiplied by F:

$$V = \frac{1}{10} F \overset{n}{S}(d^2) \tag{11}$$

The way this method works can be shown in another way that may be easier to understand. For sake of simplicity, let the trees in the stand have three heights only: h_1, h_2 and h_3. The total value of GH (per unit stand area) for the stand may be split into three components:

$$GH = \overset{N_1}{S(gh_1)} + \overset{N_2}{S(gh_2)} + \overset{N_3}{S(gh_3)} \tag{12}$$

and each component may be estimated seperately. This is done by using rectangular sample plots, of three different sizes, namely: kLh_1, kLh_2 and kLh_3. Different plot sizes for different dimensions are often used, and give unbiased results.

The first component is estimated by a plot of size kLh_1, where the heights and the diameters of the trees are measured. The estimate of N_1
S (gh_1) cubic metres per hectare is given by:

$$\frac{\overset{n_1}{S(gh_1)}}{k\,h_1\,L} = \overset{n_1}{S(g)}\,\frac{1}{k\,L} \tag{13}$$

Next a plot of size kLh_2 is used and the same procedure is repeated, this time by measuring trees of height h_2. Finally a plot of size kLh_3 is used. When the results for the three different plot sizes are compiled, the result will be just as given in formula (10).

There is a point of similarity between this method and the method for estimation of basal areal by use of the relascope. In the latter case, the correctness of the method is often shown in the following way: A circle is drawn around each tree, with radius proportional to the diameter of the tree. One point is selected at random, and the number of „tree-areas" covering the point are counted. This number will be proportional to the basal area per hectare. Thus for both methods, an area is assigned to each tree, proportional to the basal area of the tree in one case, proportional to the height in the other.

It may be mentioned that an estimate of basal area can also be obtained when the sampling is done along the line. Now the sampling has to be effected by using probabilities proportional to the diameters. In practice this is done by using a relascope as one passes along the line. The trees are selected on one side of the line, according to the rules of the relascope. If a line of lenght 15.7 m. is used, the basal area (sq. m. per hectare) is estimated by:

$$G = \frac{1}{10} \overset{n'_1}{S(d)} \tag{14}$$

when the diameters (d) are measured in centimeters. The proof follows the same lines as given above.

So far little is known about the efficiency of this method compared to other ones. It is hoped that this question can be the subject of more investigation, so that we gradually may find which methods are the most efficient under different conditions.

LITERATURE

Essed, F. E. 1955: De kegelmethode voor de bepaling van de gemiddelde hoogte in eensortige bosopstanden. Ned. Bosb. Tijdschrift 27, s. 285–287.

Hirata, T. 1955: Height estimation through Bitterlich's method. Jour. of the Jap. For. Soc. 37 s. 479–480.

Langsæter, A. 1934: Nøiaktigheten ved linjetaksering av skog II. Bestemmelse av høide og årringbredde. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen 5 s. 405–448.

Nyyssönen, A. 1955: Metsikön kuutiomäärän arvioiminen relaskoopin avulla. (Summary: Estimation of stand volume by means of the relascope). Comm. Inst. For. Fenniae 44,6 s. 1–31.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

A. E. TRAAEN
Mikrobiologisk Institutt, Norges Landbrukshøgskole
Institute of Microbiology, Agricultural College of Norway

Undersøkelser over skade av kalsiumklorid på gran langs vei

Injury to Norway Spruce Caused by Calcium Chloride Used to Combat Road Dust

Innhold.

I. Innledning 337
II. Befaring og undersøkelse av skadene 337
III. Supplerende forsøk 342
1. Tidligere undersøkelser 342
2. Forsøk med klorkalsium på jorden under trærne 344
3. Forsøk med å strø klorkalsium i pulverform over nålene 348
4. Mikroskopering av nålene fra forsøket 361
5. Kjemisk analyse av nålene 365
IV. Sammendrag 370
Litteratur 372
Injury to Norway Spruce Caused by Calcium Chloride used to Combat Road Dust 372

I. Innledning.

I mars 1939 oversendte Østfold Veikontor, Moss, undertegnede noen skrivelser angående en skade som gjorde seg gjeldende på grantrær langs riksvei no 6 i Eidsberg på strekningen fra Gislingrud til veikrysset ved Momarken. Overrettssakfører E. Grini uttaler i en skrivelse angående dette til veidirektøren at det er «betydelig skade på de trær som står inntil veien. Sent på høsten i fjor begynte trærne å gulne og dø ut. Nu viser det seg tydelig langs hele veien. Trærne dør i massevis.» «Årsaken menes å være veidekket (ler, grus, kjemikalier)».

I anledning denne skrivelse uttaler overingeniør P. Dannevig – i en skrivelse fra Østfold Veikontor til veidirektøren av 25. mars - »Tilsynelatende er denne skade ikke fra roten av ,da baret på den siden som vender mot veien, er som brent, mens det på den annen side kan være nelt friskt og grønt.» «Det er enkelte av trærne i forreste linje mot veien som har fått skaden, lenger inn kan intet merkes.» «Dette veiparti er i det siste året behandlet med grus stabilisert med klorkalsium blandet i trommel. Tidligere er det behandlet med damnol. Hvilket av disse stoffene kan ha skylden, er ikke så godt å si. Det kan være en mulighet for at salt støv legger seg på baret i tørrvær og at reaksjonen opptrer under duggfall eller regn. Man mener at forholdet er av stor interesse for støvbehandlingen av våre veier.»

II. Befaring og undersøkelse av skadene.

Forfatteren av denne artikkel ble anmodet som sakkyndig i plantesykdomsspørsmål om å være med å besiktige skaden.

Det ble foretatt en befaring 3. mai 1939.

Et kort referat av disse undersøkelser ble gitt på 7de Internationale botanikerkongress i Stockholm 1950.

En strekning langs veien fra Brennemoen grustak og omtrent en kilometer i sydøstlig retning hvor skaden på trærne var meget i øynefallende, blev besiktiget.

Det var her granskog på begge sider av veien, og de nærmeste trærne stod kloss inn til veien. Adskillige av disse ,kanskje mest på veiens nordostside, var i stor utstrekning rødbrune i baret. Men alle trærne bortover langs veien hadde ikke et sådant utseende. Det kunde stå graner med sterk rødbrun farge enkeltvis med grønne trær på begge sider, eller det sto flere skadede på rad. Baksiden av de trærne som hadde rødbrune nåler, var som regel uten tegn på skade. Enkelte småbusker umiddelbart ved veikanten hadde dog rødbrune nåler helt rundt. Så man nærmere på grenene av de syke trærne, kunde det konstateres at som regel var det en større eller mindre del grønne nåler igjen avvekslende med de rødbrune. Rødfarvingen fantes ikke bare på de nedre grenene av trærne, hvilket forøvrig også kunne være tilfelle, men ofte til topps, endog på meget høye trær. Stort sett var trærne langs veien høye, anslagsvis omkring 20 m. Trær som sto bakenfor de sterkt skadede eller lengre bort fra veien, så ikke ut til å ha lidt noen skade.

På en sidevei som tok av fra hovedveien, var det ikke antydning til skade på granene. Men trafikken var riktignok her meget liten, mens den var meget stor etter hovedveien. Det ble opplyst at sideveien ikke hadde vært strødd med klorkalsium.

Det så ut som om støvet som bilene hvirvlet opp når de kom kjørende med gjennomgående stor fart på den her nokså rette, brede veien, ikke la seg jevnt over granene i veikanten, men hadde tendens til å følge bestemte baner når det slo inn mot skogen. Den dag befaringen fant sted, var veibanen meget tørr, og svære støyskyer løftet seg i været etter bilene. Spesielt meget støv så det ut som det la seg over de trærne som sto ved begynnelsen av en svak kurve av veien. Støvskyen som fulgte bilen fortsatte rett frem, og støvet drysset i svære masser over de trærne som sto her mens bilen svingte litt av. Hvor det var åpninger mellom trærne slo også støvskyene inn så støvet drysset over trærne innenfor åpningen. Regelmessig steg støvskyene helt opp til toppene av trærne. Nettopp slike steder var de skadede granene å finne.

De trærne som hadde mest av den rødbrune fargen sto umiddelbart inn til veikanten, mest innen 1,5 m fra denne.

Terrenget skrånet oppover på nordostsiden og nedover på den andre, tildels ganske sterkt.

En og annen småbusk som hadde et spesielt slemt medfaret utseende, sto litt lavere enn veibanen, så det kunne ligge nær å tenke seg at vann etter regnvær hadde ført med seg skadelig stoff fra veidekket som så hadde

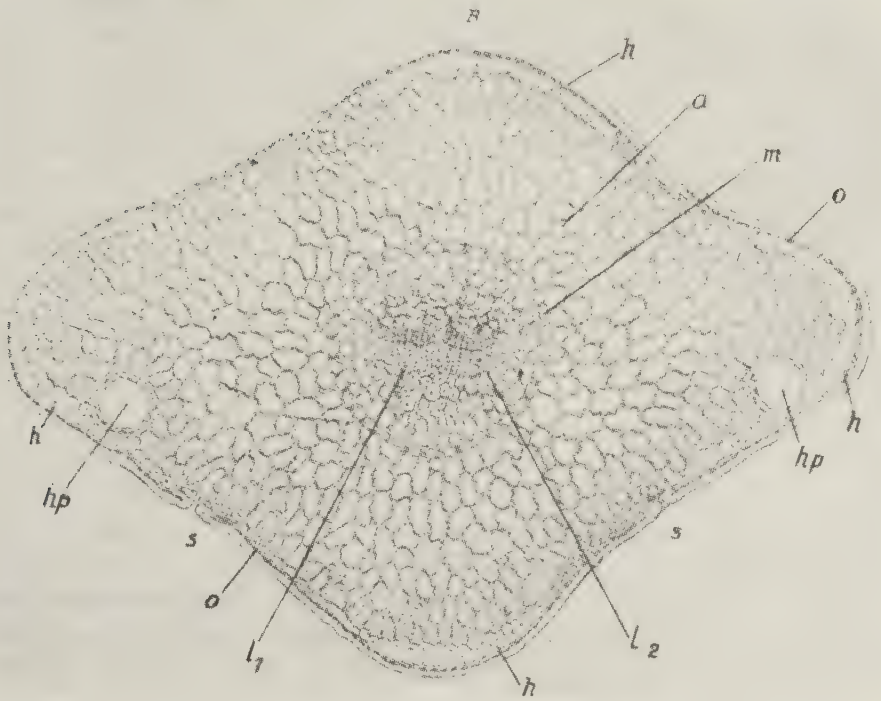


Fig. 1. o = overhud, h = hypodermis, a = mesofyll, m = endodermis, l_1 og l_2 = karrstrengene med silvevet i midten, hp = harpiksganger, s = spalteåpninger.
o = epidermis, h = hypodermis, a = mesophyll, m = endodermis, l, og l| = xylem, with the thin walled phloem, hp, = resin ducts, s = stomata.

forgiftet den fra røttene av. Men det ble bare funnet noen få småbusker som hadde dette utseende. De fleste andre som sto i hellingen nedenfor veien så friske ut eller var lite skadet.

Høye trær viste som nevnt alene skade på den side som vendte mot veien, og likegyldig enten de stod på nordsiden og da gjerne høyere, eller på sydsiden og altså lavere enn veibanen. Noen trær også på nordsiden sto dog så nær veien at røttene for en del måtte ligge lavere enn denne. I det store og hele så det ut som det var vel så ofte å se trær med rødbrune nåler på nordostsiden av veien som på den andre. Som grunn til dette kunne tenkes på at de svake kurvene her hadde radius inn mot syd-vest, eller at den fremherskende vindretning var fra syd. Under befaringen ble det tatt prøver av grener med sterkt rødbrune og støvete nåler, fra svakere skadede trær, fra tilsynelatende friske trær med grønne, men støvete nåler og fra utvilsomt friske lenger inn i skogen. Dessuten ble det tatt med prøver av veistøvet og av jorden under syke og friske trær til nærmere undersøkelse.

Ved mikroskopering kunne det i alle tilfelle hvor nålene hadde mistet sin grønne farge, konstateres forskjellige sykelige forhold i cellevevene i nålenes indre, men ingen kjemisk eller mekanisk ødeleggelse utvendig på nålene. Skaden i det indre gjorde seg gjeldende i ganske bestemte cellevev, men i skiftende omfang og styrkegrad alt etter hvor kraftig påvirkningen hadde vært. Det som falt i øynene når nålesnitt ble undersøkt i mikroskop, var brunfarging av celleinnholdet av visse cellegrupper. Overhudcellene, leppecellene, de tykkveggete cellene under overhudlaget, hypodermis, i svakere eller sterkere grad flere eller ferre av cellene i mesofyllet, det bladgrøntførende cellevev som utgjør det vesentlige av nålens midtparti, videre en del celler i karrstrengene, således silvevet midt i dem, enkelte celler på begge sider ut for dette, flere eller ferre av endodermiscellene som danner skjeden rundt karrstrengen, og til slutt ikke sjelden de tykkveggete epitelceller rund harpiksgangene, alle disse elementer kunne ha brunt celleinnhold. Ved svak skade var det bare en og annen celle i de nevnte vev eller i noen av dem som var farget. Til orientering se tverrsnittet av en grannål, fig. 1.

Sådan skade som den nevnte opptrer vistnok på noe tilsvarende måte også i andre tilfelle hos syke nåler, og kan knapt ansees som helt spesifikke sykdomstegn.

Også andre sykelige symptomer såes i nålene. Bladgrøntkornene i assimilasjonsvevet kunne være forsvunnet eller mer eller mindre destruert, og det grønne fargestoffet var da borte. Ved lenger fremskredet skade var celleinnholdet i dette vevet for en stor del skrumpet inn og hadde lagt seg inn til celleveggen, og cellene var for en stor del klappet sammen. I atskillige av cellene var det krystaller av hexagonal eller uregelmessig form. Disse krystallene lot seg ikke løse i eddiksyre, men i fortynnet saltsyre uten gassdannelse, og må derfor antas å bestå av oksalsur kalk.

Nokså vanlig viste grønne nåler fra grener som også hadde rødbrune sådanne, til dels samme sykdomstegn som nevnt ovenfor, bare i svakere grad. Her såes ennå bladgrøntkorn i mesofyllet, men de hadde blek farge, krystaller opptrådte til dels ,men sparsomt, og en del brunfarging fantes i de samme elementer som i de brune nålene, men i mindre utstrekning. Sammenklapping av cellene i grunnvevet hadde dog ikke funnet sted her.

Det ble også sett nærmere på nålene fra trær som sto 10 m fra veien og som hadde et ikke helt ubetydelig støvbelegg på seg, men som så friske ut. Også her kunne konstateres ett og annet sykdomstegn, men i meget svak grad.

De symptomer som opptrådte i det foreliggende tilfelle i de syke grannålene, tyder på en forstyrrelse i den normale stoffomsetning som

fører til ødeleggelse av klorofyllkornene og utskillelse av et stoffvekselprodukt som oksalsur kalk i unormalt sterkt grad. Når bladgrøntkornene er ødelagt, opphører også kullsyreassimilasjonen så nålene ikke mere kan bygge opp organisk substans. Derved går livsprosessene i stå, og nålene dør. Det må være en skadelig substans som er kommer inn i nålene som er årsak til dette. Og det mest nærliggende er å anta at den ikke er kommet fra jorden gjennom røttene og stammen opp til nålene men at den er kommet inn i nålene utenfra, altså fra luften. Både den i de fleste tilfelle helt ensidige skade på kronen og den oftest ensidige skade også på nålene tyder på dette. Ved undersøkelsen av nålene under mikroskopet var det nemlig så at de sykelige forandringer sjeldnere var å se i samme styrke hele nålen rundt, men vesentlig på oversiden eller i spissen eller på forsiden eller baksiden av den, eller iallfall kraftigere på den ene side ennpå den motsatte. Var stoffet kommet i de naturlige ledningsbaner, skulle man vente en mere regelmessig anordning av de skadede celler.

Skaden kan vanskelig antas å skrive seg fra annet enn veistøvet. De stoffer som var blitt tilsatt gruset i veidekket, var etter hva det ble opplyst, damnol og klorkalsium.

Damnol inneholder såvidt vites tjæreaktige stoffer. Det er i adskillige tilfelle konstatert skade på vegetasjonen som skyldes kjemiske forbindelser som inneholdes i tjære- og asfaltpreparater, og hvis skadevirkninger ligner hverandre meget. Disse stoffene kan skade plantene både når de opptas gjennom røttene og i dampform gjennom bladene. Særlig sterk skade kan det bli i nærheten av fabrikker som fremstiller sådanne produkter når dampen slipper ut i luften. Symptomene er da gjerne mørkfargede flekker på bladene. Men det er også konstatert skade på plantene langs vei hvor veidekket er blitt behandlet med sådanne preparater. Virkningen er da svakere, og flekker av mørk farve opptrer ikke. Men sådan skade er ikke funnet mange ganger, uten tvil fordi de virksomme stoffer bli så sterkt fortynnet at de som regel blir uten virkning.

På grunn herav og fordi behandlingen av veidekket med klorkalsium er kommet etterpå og ovenpå det damnolbehandlede, må det ansees for meget lite sannsynlig at damnol skulle ha noe med skaden i det foreliggende tilfelle å gjøre[1]).

Tilbake står da klorkalsium. Dette stoff var både blitt brukt som stabiliseringsmiddel i gruslaget som var lagt på veien og senere når det trengtes, strødd på veien på vanlig måte for å binde støvet. Etter hva det ble opplyst av en av veivesenets ingeniører kunde den mengde det vanligvis dreier seg om ved utstrøing av klorlalsium, utgjøre omkring 1 kg på

[1]) Etter at dette var skrevet ble det funnet ut at damnol er en tung mineralolje.

hver kvadratmeter i løpet av sommeren når det var blitt strødd noen ganger. Mengden varierer selvsagt etter hvor tørr eller fuktig sommeren er og etter den evne materialet i veibanen har til å bindes av klorkalisumet så støving hindres. Det er altså ganske betydelige mengder der dreier seg om. Men ikke så lite av klorkalsiumet må antas å bli ført vekk fra veibanen under sterk nedbør. Hvis veigruset derimot får anledning til å tørke ut så det begynner å støve, kan det nok tenkes at det med støvet blir ført så meget klorkalsium ut over omgivelsene at vegetasjonen kunne ta skade av det.

Nå kan ikke klorkalsium i og for seg ansees som giftig. I små mengder er det tvertimot et plantenæringsstoff. I noen større mengder kan man derimot gå ut fra at det kan ha skadelig innvirkning på plantene, spesielt på grunn av at det er en klorforbindelse, i likhet med koksalt eller sjøvann som også inneholder klorider og som de fleste planter ikke tåler svært meget av .Og i sterkere konsentrasjon ville sikkerlig plantevev som kom i berøring med det ta skade, som for eksempel hvis det ble strødd klorkalsium i pulverform på bladene. Litt fuktighet ville da være tilstrekkelig til å lage en sterk oppløsning av stoffet på dem. Skaden kunne tenkes å fremkomme enten ved at oppløsningen hadde etsende virkning på overhuden, eller at stoffet trengte inn i bladene gjennom spalteåpningene eller direkte gjennom overhuden.

III. Supplerende forsøk.

1. Tidligere undersøkelser.

I den plantepatologiske litteratur foreligger det, såvidt jeg har kunnet se, relativt lite angående skadelig virkning av dette stoff på plantene. Ikke så rent få iakttagelser og undersøkelser er dog gjort med hensyn til virkningen av klorider i det hele, til dels også av kalsiumklorid på ganske mange forskjellige planter. I små mengder er kalsiumklorid gunstig for dem, men skadelig i større. Når det blir skadevirkning av kloridene er denne av dobbelt art. Dels virker disse salter direkte giftig på planteveksten, dels skader de plantene indirekte ved sin innvirkning på jordens beskaffenhet.

Atskillige iakttagelser er således bl. a. gjort ved å studere virkningen av avløpsvann fra industrielle bedrifter. Avløpsvann fra saltverker inneholder betydelige mengder NaCl, videre forekommer $CaCl_2$ og $MgCl_2$ særlig i avløpsvannet fra ammoniakksodafabrikker og fra bedrifter som som tilvirker gjødningssalter med høyere kaliinnhold enn råsaltene.

Blir jorden vannet med oppløsninger av enten K, Ca eller Mg-klorid, blir jordens innhold av de andre 2 metaller vasket ut av jorden i forsterket grad. Foruten sådan utvaskning av verdifulle plantenæringsstoffer, fører tilførsel av klorider til jorden til skorpedannelse, jorden får enn videre en tett struktur, og den blir surere. (Se bl. a. Orth, 1900).

Blir eng eller jord med annen vegetasjon oversvømmet av vann som inneholder klorider som de nevnte, fremkommer det ingen skade når mengden av saltet ligger under 0,5 g pr. liter. (Immendorf, H. u. Weber, C. A. 1929)*.

I vannkulturforsøk konstaterte J. Kønig og E. Haselhoff i 1893 at 2g $CaCl_2$ eller $MgCl_2$ i 1 liter vann ikke skadet gras. R. Hindorf (1886) fant at oppløsninger med inntil 2 g $CaCl_2$ i 1 liter fremmet spireevnen hos frø, men at mere enn 5 g skadet denne. Av $MgCl_2$ og NaCl skulle det mindre mengder til før skade oppsto. Noe liknende gjaldt tilsetning av de nevnte klorider når oppløsningen ble tilsatt jorden. Men skadevirkningen inntreffer med noe forskjellige mengder av de 3 klorider hos de enkelte planteslag. Skade oppstår lettere på spirende planter enn på utvokste. Dette konstaterte således A. Rusche som ga 10 g NaCl eller $MgCl_2$ til 11,5 kg jord, altså 0,087 g til 100 g jord. Denne mengde viste seg å ha innflytelse på spiringen. Mareck ga 600 og 1200 kg NaCl eller $MgCl_2$ til 1 hektar leirholding jord (anslagsvis 0.02 og 0.04 g salt til 100 g jord). Her skadet NaCl kimplanter, men ikke $MgCl_2$. F. Wohltmann vannet gras med koksaltoppløsninger av en styrke på 0,5–1 g pr. liter og konstaterte skade på graset. Storp gjorde forsøk med 1–3 årig småplanter av gran og 3–4 årige av eik som ble vannet med koksaltoppløsninger som inneholdt 0,1–0,6 g i literen. Væsken kunne renne bort så saltet hopet seg etterhvert opp i jorden. Resultatet var at hvor det ble brukt 0,2 g NaCl pr. 1 eller mere, ble granene skadet etter kortere eller lengere tids forløp. Med 0,1 g holdt de seg friske det første året, men ble syke annet år. Eikeplantene tålte mere enn granene. På grunn av de svært sparsomme data angående virkningen av klorkalsium på skogstrær anså jeg det derfor, for å skape mere klarhet i saken, nødvendig å anstille en del forsøk med stoffet for å søke å skaffe tilveie mer positiv viden angående klorkalsiumets virkning både når det gjaldt opptagelse gjennom røttene og ved utstrøing av stoffet over bladene. Undersøkelsene gjelder nesten utelukkende virkningen på gran.

De fleste av forsøkene ble utført i løpet av sommeren og høsten 1939. Noen supplerende forsøk ble gjort i 1940 og 1941. Forsøkene i 1939 falt i 2 grupper.

*) Disse og de følgende data er referert etter Haselhoff E., Bredemann G., Haselhoff, W. 1932.

1. Småbusker, mindre trær og større trær av gran fikk klorkalsium på jorden omkring stammen i tørr form eller oppløst i vann. Flere forskjellige mengder av stoffet ble forsøkt.

2. Klorkalsium i fin pulverform ble strødd ut over nålene enten i ren tilstand eller blandet med veistøv fra ustrødd vei.

Det ble brukt fra 2 til 15 g av pulveret til grenflater som i de fleste tilfeller var på mellom 12 og 18 dm^2, enkelte ganger større. Forholdsmessig helt tilsvarende kunne mengdene ikke bli, dels fordi nålene satt ulike tett på kvistene, dels fordi det var forskjellig antall kvister på like store grenflater.

Når pulveret ble strødd ut, ble ikke alt liggende på nålene, men en del av det gikk mellom dem og falt ned. Det ble gjort noen forsøk for å bestemme hvor meget det i så måte kunne dreie seg om. Resultatet var at fra 10 til over 30% av det utstrødde saltet ble oppfanget på et papir som ble lagt under grenen, alt etter hvor tett nålene satt, og i hvilken grad kvistene utfylte grenflaten.

Klorkalsium suger som bekjent meget begjærlig fuktighet til seg fra luften, så pulveriseringen måtte gå raskt forseg hvis ikke pulveret skulle begynne å kladde seg sammen. Det ble oppbevart i lukkede glass. Når stoffet skulle strøs ut, særlig hvis luften var fuktig, var denne stoffets tilbøylighet til å bli som kram sne noe sjenerende. Det ble ikke alltid så jevnt utstrødd som ønskelig kunne være. Men i det store og hele lyktes det å få pulveret fordelt ganske bra.

Nedenfor skal redegjøres for de anstillede forsøk og resultatene av dem.

2. Forsøk med klorkalsium på jorden under trærne.

Det ble brukt sådan klorkalsium som veivesenet benytter.

I mai ble det anlagt et orienterende forsøk med mindre trær. Jorden var først temmelig tørr. Omkring 20de kom det imidlertid adskillig regn, 23 mm, så jorden ble bra vætet, opptil iallfall. 23de ble så noen småbusker og mindre trær vannet med en sterk oppløsning av klorkalsium i vann. Trærne dannet langstrakt gruppe (nr. 1 sto dog alene).

1. 0,25 m høyt, fikk 50 gram klorkalsium.
2. 1,35 m høyt, fikk 120 gram klorkalsium.
3. 2,8 m høyt, fikk 240 gram klorkalsium.
4. 1,0 m høyt, fikk 0 gram klorkalsium.
5. 4,0 m høyt,
6. 3,7 m høyt, } fikk 480 gram klorkalsium tilsammen (3 trær tett i hverandre)
7. 1,25 m høyt,

Snart etterpå var noe gras og mose under trærne blitt en del svidd, men på trærne var det i løpet av juni og juli intet å se. Inntil midten av juni kom det ikke regn, så det er vel tenkelig at saltet ikke var kommet ned til røttene i den tiden, da jorden tidligere hadde vært meget tørr. Da kom det imidlertid hele 60 mm, og utover i juli var det det meste av tiden adskillig regn.

Først midt i august såes tegn på virkning av klorkalsiumet. Da hadde nr. 2 fått brun farge på alle nålene av siste års skudd. Treet stod bakenfor de andre, litt lavere og mosdekket var nokså tynt her. Dette kan kanskje forklare at virkningen var sterkere her enn på de øvrige.

23de aug. fikk noen av de trærne som var med i det første forsøket nye mengder av saltet ,nå i tørr form strødd under trærne. De trærne dette gjaldt var:

7. som fikk 400 g. 3. som fikk 1000 g.
5. som fikk 600 g. 2. som fikk 1500 g.

Den nærmeste tiden etterpå var det ingen forandring å se på trærne, men midt i sept. var bare nr. 5 fremdeles friskt. Hos nr. 7 var årets nåler blitt blass gråbrune nedtil på treet, og ikke lenge etter gjaldt det samme alle siste års nåler over hele treet, og fargen gikk over i rødbrunt etterhvert. Senere falt mange av dem av, og da var det også blitt brunfargning av nåler hist og her på tidligere års skudd.

Nr. 3 fikk sparsomt og ujevnt fordelt en del brune nåler på siste årsskudd, og noen større forandring ble det heller ikke senere.

Hos nr. 2 var snart alle nålene på siste årsskudd sterkt rødbrune, ikke lenge etter begynte de å falle av, så ble nålene på nest siste årsskudd etterhvert brune, og senhøstes var årets nåler helt falt av, nestsiste års delvis, mens brunfarging hadde gjort seg gjeldende i sterkere eller svakere grad på alle eldre årsskudd også.

De øvrige trær, altså nr. 1, 4, 5 og 6 så alle friske ut sent på høsten.

Andre grantrær fikk også 23de aug. klorkalsium i forskjellig store mengder utstrødd på jorden rundt stammen og så langt ut som grenene rakk (som det også tidligere var blitt gjort).

A. Tre nr.	8, 0,4 m	høyt, fikk	25	gram	klorkalsium.		
» »	9, 0,3 »	» »	40	»	»	5/9 ytterligere	
» »	10, 0,5 »	» »	40	»	»	50 gram.	
» »	11, 0,4 »	» »	85	»	»	100 gram.	
» »	12, 0,4 »	» »	160	»	»		

B.	»	»	13, 0,55»	»	»	250	»	»
	»	»	14, 1,3 »	»	»	250	»	»
	»	»	15, 2,4 »	»	»	500	»	»
	»	»	16, 1,3 »	»	»	500	»	»
	»	»	17, 2,3 »	»	»	2000	»	» tilsammen.
	»	»	18, 0,9 »	»	»			

Gruppe A besto av trær som sto sterkt beskygget og var tynne og strantne, mens B omfatter trær som sto i god vekst og hvis skudd var friske og pene og hadde tettsittende nåler.

I gruppe A var det ikke antydning til skade. Mulig hadde nr. 11 etter andre utstrøing fått noen få svakt brune nåler.

I gruppe B ble mosdekket snart noe svidd etter behandlingen, og allerede en uke etter tilsetningen var det noen brune nåler å se hos 14 og 15. I løpet av neste 14 døgn var det lite nytt å se undtagen på 17 og 18. Det lille var sterkest skadet, hadde fått blass gråbrune nåler på alle siste års skudd, mens det større hadde lignende utseende av nålene bare på en gren nedtil. 5 uker etter utstrøingen viste alle trærne i gruppe B svakere eller sterkere skade. Hos 13, 14 ,15 og 16 fantes det, men i nokså lite antall, brune nåler ujevnt fordelt på trærne, kanskje flest på siste årsskudd, men også på nestsiste og eldre skudd. I desember var utseendet lite anderledes. 17 fikk etterhvert brune nåler, mest på andre og eldre års skudd. Hos 18 fikk nålene snart på andre og tredje og tildels også fjerde siste årsskudd blass brunfargede nåler, men etterhvert gikk denne farge over i sterkere brunt.

I dette tilfelle innskrenket skaden seg imidlertid ikke bare til de trær som hadde fått klorkalsium direkte over røttene, men nabotrær led også noen skade. Mest påtagelig var dette på noen trær som stod på rekke, 1 til 2 m utenfor det område som hadde fått 2 kg på seg. De sto tett i hverandre og høydene var 2,7, 3,4, 3,6 og 3,7 m. Det var ikke det minste som her led størst skade, skjønt det sto litt nærmere enn de andre, men det største av de 4. Her var de fleste av årets skudd blitt brune sent på høsten, men bare på den siden som vendte mot det område hvor klorkalsium var strødd. Dette var tilfelle også på de øvrige, hvor skaden var liten til nesten ikke merkbar. At det var det største treet som her led mest skade, må sikkert skyldes at dettes røtter var lenger enn de øvriges, og kanskje rakk bort til det felt hvor saltet var strødd ut.

2 furuer på 3,3 og 5,5 m høyde sto nær de 4 granene og litt nærmere det strødde område enn dem, med ingen skade var å se på dem. Og heller ikke på en furu 4 m høy som sto innen det strødde område, var det noe sykdomstegn å se. Så furuen tåler rimeligvis betydelig mere klorkalsium enn granen.

Imidlertid var det også gjort forsøk med eldre trær, hvor klorkalsiumet ble strødd på bakken omkring stammen med en radius av omtrent 2,5 m. Lenger ut ble det ikke strødd av hensyn til nabotrærne.

I. Tre nr. 1 fikk 0,25 kg rundt stammen allsidig.
» » 2 » 0,25 » på den ene siden halvcirkelformig.
» » 3 » 0,5 » allsidig.
» » 4 » 0,5 » halvcirkelformig.
» » 5 » 1,5 » allsidig.
» » 6 » 1,5 » halvcirkelformig.

Utstrøingen ble foretatt 24 mai. Trærne var meget høye og diameteren av stammene i brysthøyde var omkring 25 cm. Under trærne var det vesentlig grasvegetasjon, overveiende av smylebunke. En uke senere var graset mer og mindre svidd, nokså sterkt hvor de største mengdene var brukt.

Det var svært tørt inntil midt i juni, og saltkrystallene var lenge synlige. Et stykke ut i juli var graset helt grønt igjen under 1 og 2, men fremdeles en del brunt under de øvrige, foruten at noe blåbærris og bregner (einstape) under 5 var noe skadet. Men trærne så ikke ut til å ha lidd noensomhelst skade i henhold til ettersyn i juli, august og senere på høsten.

8. juli ble andre store trær gitt klorkalsium.

II. Nr. 7 fikk 1,5 kg i cirkel. 23. aug. ytterligere 1,5 kg.
» 8 » 1,5 kg i halvcirkel.
» 9 » 3 » i cirkel. 23. aug. » 5 kg.
» 10 » 3 » i cirkel.
» 11 » 23. aug. 5 kg. i cirkel.

Da forsøket ble anlagt, var marken våt etter regn, og det fortsatte med regn det meste av 5 uker fremover. Etter vel en uke var graset under trærne en del svidd under 7 og 8 og meget sterkt under 9 og 10, men trærne selv så ikke syke ut, hverken da eller utover i august.

De trær som var med i forsøket, hadde grener som satt så lavt at de lett kunne undersøkes nærmere.

23. aug. fikk nr. 7 1,5 kg klorkalsium til, nr. 9 hele 5 kg og et nytt tre også 5 kg.

Ved inspeksjonen flere ganger utover høsten kunne det heller ikke oppdages noen skade på trærne.

Det som kan sluttes av de anstillede forsøk med utstrøing av klorkalsium på marken under grantrær, kan sammenfattes således:

1. *Trær hvis stammer har en tykkelse av 20 til 25 cm i brysthøyde, skades ikke av klorkalsium ved en gangs utstrøing i mengder på 0,25 til 5 kg eller av tilsammenlagt 3 til 8 kg ved 2 gangers utstrøing til hvert tre.*

2. *Småbusker og mindre trær av gran tar skade når klorkalsium strøs ut på marken omkring stammen, og i forskjellig grad etter mengden av saltet og størrelsen av trærne.*

På småbusker med en høyde av 3 til 5 dm sees ingen skade etter utstrøing av 25 til vel 150 gram av stoffet ved en eller 2 gangers strøing. Trær på 0,5 til vel 1 m fikk noen få til litt flere rødbrune nåler etter tilsetning av 250 gram, og virkningen var omtrent den samme på et 2,5 m høyt tre med 500 g klorkalsium. (Skaden på tre no 2 med 120 g skyldes antagelig nabovirkning). Et tilskudd av 1 kg til et tre på 2,8 m som tidligere hadde fått 240 g uten å ta skade, bevirket at en del nåler på flere av siste års skudd ble brune. En lignende, men sterkere virkning var å se på et knapt 2'5 m høyt tre hvor det var brukt 2 kg, men hvor rotarealet av dette tre kunne anslåes til knapt halvparten av den bestrødde flate (det stod også andre trær innen dette felt). Nabotrær som sto inn til dette området ,tok også litt skade, således meget merkbart et tre som var over 4 m høyt.

For å fremkalle så sterk ødeleggelse av nålene at et tre dør av det, må det større mengder til av klorkalsium enn de nevnte, rimeligvis minst dobbelt så meget. Det er bare 2 av de trærne som var med i forsøkene som antagelig kommer til å stryke med, nemlig sikkert nr. 2 og rimeligvis nr. 18 innen gruppene A og B.

De sykdomssymptomer som må ansees for karakteristisk når klorkalsium skader graner ved opptagelse gjennom røttene, er først og fremst at nålene på de yngste årsskudd, men etterhvert også de som sitter på eldre, blir rødbrune, og når innvirkningen har vært sterk, snart faller av. Hos grener som står i skygge, er fargen først blass grålig eller gråbrun, før den etterhvert ved lysets innvirkning går over i rødbrunt.

3. *Forsøk med å strø klorkalsium i pulverfor over nålene.*

De første forsøk til orientering med hensyn til mengdene av utstrødd stoff ble utført i mai.

23de mai ble pulveret strødd ut over nålene på en del lavstillede, hengende grener av høye graner i en mengde av 5, 10 og 25 g på hver gren. Den bestrødde flate var noe forskjellig ,fra 30 til 50 dm.^{2}. Men på grunn av den flate grenstilling og fordi nålene sat nokså spredt, falt pulveret delvis mellom nålene, og det var antagelig en betydelig del av

det utstrødde saltet som ikke satt igjen på grenene. En helt horisontal gren på et ungt tre fikk også 25 g. Et par dager senere så nålene fuktig glinsende ut, sterkest hvor det var brukt mest pulver.

26de mai kom det en del regn, 6,6 mm. Så var det tørt til midten av juni. I løpet av de nærmeste ukene etter strøingen såes intet unormalt på nålene av de store trærne. Men på det lille hadde noen partier av den strødde flate en del spredtstillede rødbrune nåler. Disse partier var bedre dekket av høyerestillede grener på treet enn de øvrige. Senere fantes det også et mindre antall brune nåler på grenene av de store trærne ,flest etter strøing med 25 g.

Forklaringen på den beskrevne virkning eller rettere mangel på virkning av klorkalsiumet i dette tilfelle synes å være den :at det ikke helt ubetydelige regn som kom få dager efter påstrøingen, hadde tatt med seg stoffet så det ikke hadde fått tid nok på seg til å fremkalle mer enn ubetydelig skade på nålene.

Senere i løpet av sommeren og sommeren og høsten ble det foretatt en rekke utstrøinger av klorkalsium i pulverform, dels rent ublandet i de fleste tilfelle, men også blandet med veistøv fra ustrødd vei, og i forskjellige mengder på grenene av mest yngre 3 til 4 m høye graner. Trærne var i god vekstkraft, og grenene hadde rikelig med tettstillede nåler.

Den avveide mengde av pulveret ble strødd over en gren fra spissen av og utover sidegrenene. Grenene var mest 3,5 til 5 dm lange, enkelte lenger, og oftest 3 til 4 dm bredde i gjennomsnitt .Den bestrødde flate utgjorde altså i de fleste tilfelle fra 10 til 18 dm^2. Den mengde pulver som ble strødd på en gren var 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, eller 20 gram.

Jeg skal ikke gjengi i detalj alle de notatene som ble gjort vedkommende de enkelte forsøk, men skal omtale disse mere i sammendrag.

1. 2 g. I 4 av de 6 forsøkene med denne mengde var det ikke fremkommet brune nåler i løpet av 2 måneder etterpå. Men nokså regelmessig var det hvite prikker å se på nålene. I ett tilfelle var 4 nåler blitt rødbrune. I det siste av forsøkene var det strødd ut 2 g pulver 3 ganger med noen ukers mellomrom på grenen. Etter de 2 første opptrådte det ikke noen synlig skade, bortsett fra de nevnte prikkene, men 3 a 4 uker etter siste utstrøing var det 20 brune nåler å se og ennå senere 125 på grenen og dessuten 90 på en gren like under den strødde. En av de før nevnte som tidligere ikke hadde hatt skadede nåler, hadde i januar året etter, 4 måneder etter at den hadde fått saltet på seg, 7 brune nåler.
2. 3 g. Denne mengde ble bare brukt på 2 grener. På den ene var det allerede etter 10 døgn 30 helt eller delvis blass brungrå nåler å

se. Den andre hadde etter 2 måneder bare fått hvite prikker på nålene. Den fikk så 3 g salt til på seg, og da begynte det etter en tids forløp langsomt å vise seg brune nåler, til slutt i alt 30.

3. 4 g. 5 ganger ble 4 g brukt. *a* fikk ingen brune nåler. *b* hadde etter 3 uker 50 brune nåler på en nedhengende sidegren. På *c* var det 5 brune og dessuten 100 på en sidegren under hovedgrenen. *d.* 3 nåler med brune spisser, men i januar aret etter hadde den 35 sådanne. *e.* godt beskyttet innerst på grenen 7 brune nåler, og i jan. var det blitt 25.
4. 5 g. 4 tilfelle. *a.* noen få brune nåler .*b.* 80 brune på den indre del av grenen etter *5* a 6 uker. *d.* etter 5 uker var det intet å se, derfor ble det strødd en gang til med 5 g. 5 døgn senere var det mange hvite prikker å se og 4 brune nåler, og etter 5 uker 25 sådanne. I jan. året etter var tallet steget til 250, og de fleste satt på den indre halvdel av grenen.
5. 6 g. 1 forsøk. En og annen brun nål bare, men mange hvite prikker å se.
6. 7 g. Bare en gren ble pudret med denne mengde. Etter 3 uker hadde den 160 brune nåler og på en gren under ytterligere 30.
7. 10 g. *a.* hvite prikker, men ikke brune nåler i løpet av høsten. I jan. året etter var det 20 brune på grenen under den pudrede. *b.* ingen skade å se 5 uker etterpå. Da fikk grenen ytterligere 10 g. Etter 5 døgn var det atskillig brunfarging på den innerste del av grenen. 5 uker senere ble det tellet 200 der og 300 på 2 grener under den.
8. 15 g. Etter 7 døgn var der et betydelig antall brune nåler på den indre del av grenen. 4 uker senere hadde grenen her 480 brune nåler, og på en gren under den var det ikke mindre enn ca. 1200.
9. 20 g. Etter 5 uker var det blitt noen brune nåler ikke langt fra stammen, og senere ble det tellet 50 i alt.

Av de anførte data kan man se, hva man jo måtte vente, at det gjennomgående fremkommer et større antall brune nåler jo mere grenen har fått på seg av klorkalsium. Men kurver tegnet på grunnlag av de refererte tall vil meget langt fra være regelmessige. Ser man f. eks. på hvor mange nåler som er blitt brune etter doser av saltet på 5, 6, 7, 10 og 20 gram når grenen ble strødd en gang, får vi tallene 80, 0, 190, 20 og 55, og etter dosene 2, 3, 5, og 10 gram når grenene ble strødd på nytt etter resultatløs strøing tidligere, får vi tallene 215, 30, 250, og 500. Hvor ujevn virkningen har vært for samme mengde salt viser de 4 tilfelle hvor det ble brukt 4 g. Antallet av brune nåler var 24, 35, 50 og 105

(den strødde flate var henholdsvis 24, 10, 13 og 12 dm²). Når en så til slutt erindrer de ikke få ganger da det utstrødde pulver ikke har gjort noen skade, 4 ganger med 2 g, og en gang hver med 4, 5 og 6 g, får vi et sterkt inntrykk av hvor variabel virkningen av saltet kan være.

Av forsøkene fremgår det at en så liten mengde som 2 g klorkalsium strødd på en gren som har flere tusen nåler kan være stor nok til å drepe et betydelig antall av dem. En så stor mengde som 15 g ødelagde 1700 nåler. En videre forskjell med hensyn til virkningen av små og store mengder av saltet var at det i første tilfelle stort sett går lengere tid mellom utstrøingen og fremkomsten av brune nåler enn i siste, og at virkningen av små mengder heller ikke blir så sterk. En liten dosis ytrer seg kanskje bare som hvite prikker på nålene eller ved at det fremkommer nåler med blass, gråbrun farge.

I en hel del av forsøkene var det brune nåler å se først 3–5 uker etter at saltet var strødd ut, i andre tilfelle tok det enda lengre tid, og enkelte ganger kom de først til syne flere måneder etterpå, f. eks. i januar det følgende år når grenene var blitt pudret i september. Men brune nåler kunne også fremkomme kort tid etter strøingen, således allerede etter 5 døgn i det tilfelle da det ble brukt 5 og 10 g ved annen gangs utstrøing på en gren og etter 7 døgn i forsøket med 15 g. Når det var blitt brune nåler som følge av pudring med klorkalsium, var ikke det endelige antall av sådanne fremkommet i løpet av kort tid i begynnelsen, men svært vanlig kunne det konstateres at antallet økte etterhvert, ikke sjelden i løpet av mange uker. Dette var kanskje mest tydelig å se hvor det dreide seg de mindre mengder av pulveret. I de mange tilfelle da det utstrødde saltet ikke førte til fremkomst av brune nåler, ser det ut til at det allikevel må være skjedd en skadelig påvirkning av cellevevet i nålen. Hvis man nemlig sammenholder antallet av brune nåler etter en gangs utstrøing med antallet etter gjentatt utstrøing i de tilfelle hvor det første gang ikke oppsto sådanne, vil det fremgå at de siste tallene er størst. Med 2 g var tallene 0, 4 og 7 mot 215 ved gjentatt behandling, med 5 g 80 mot 250 og med 10 g 20 mot 500. Helt sammenlignbare er imidlretid disse verdiene ikke da utstrøingen for fleres vedkommende ikke skjedde på samme tidspunkt som den utstrøing den skulle sammenlignes med. Men det ligger nær å tyde forholdet således at virkningene av de 2 behandlingene er blitt summert.

I flere tilfelle var det, som foran nevnt, således at det fremkom brune nåler på en gren først lenge etter at saltet var strødd ut. Dette kan kanskje forklares slik at det er trengt noe salt inn i nålen så den har tatt noen skade, men at den ikke er så sterkt skadet at den umiddelbart er blitt drept og er blitt brun. Men den er svekket, og i lengden har den ikke

kunnet arbeide normalt og måtte før eller senere bukke under. Eller det kunne tenkes at verkningen innen nålen først bare var lokal, men fikk større omfang etterhvert.

I noen av forsøkene ble klorkalsiumet ikke brukt rent, men blandet med veistøv fra ikke strødd vei. Dette kan ikke sees å ha gjort noe fra eller til med hensyn til virkningen på nålene.

I de refererte forsøk er det den store ujevnhet med hensyn til skadens omfang når det er blitt strødd klorkalsium utover baret, som først og fremst springer i øynene. I noen tilfelle ble et stort antall nåler ødelagt, i andre få eller ingen etter utstrøing av like store mengder klorkalsium, og ofte fremkom det flere brune nåler hvor det ble brukt en liten mengde av stoffet enn med en flere ganger så stor dose. Hvis man vil prøve å finne ut noe om årsaken til dette, ligger det nær i første rekke å tenke på nedbøren som en avgjørende faktor.

Vi må da sette skaden i relasjon til nedbørmengdene for å finne ut om utslaget har sammenheng med denne faktor.

En stor del av juni og fortsatt utover i juli hadde det vært nokså jevn og stor nedbør som hadde vanskeliggjort nye forsøk etter dem som var blitt anstillet i slutten av mai.

Men 11te juli ble det forsøkt en rekke utstrøinger med forskjellige mengder klorkalsium. Resultatet sees i det følgende.

Klorkalsium	Brune nåler 17/8	Senere
2 g	ingen	—
2 g	ingen	ingen
3 g	ingen	ingen
5 g	ingen	—
5 g	atskillige	80
6 g	noen få	noen få
10 g	ingen	ingen
10 g	ingen	—
20 g	en del	55

Av tallene fremgår det at det bare i få tilfelle er oppstått skade, og at denne har vært lite avhengig av de mengder som er blitt strødd på grenene. Ved nærmere undersøkelse viste det seg at de brune nålene bare fantes sådanne steder hvor de var bra beskyttet mot regn av andre grener over dem. De drepte nålene satt vesentlig på den indre halvdel av den strødde grenen, nærmest stammen.

Vi skal så se hvorledes det forholder seg med nedbøren i dette tilfelle. (De nedbørtall som i det følgende er anført skriver seg fra den meteoro-

logiske station ved Norges Landbrukshøgskole som lå ca. 300 m fra det sted hvor forsøkene ble utført.)

De 2 første dagene etter utstrøingen kom det ikke regn, men 3dje dag kom det 6,5 mm, 4de dag 2,0, 5te dag 0, 6te dag 15, 6 og 7de dag 40,5. Med så store nedbørmengder snart etter at nålene har fått saltet på seg, er det ikke noe å undres over at virkningen ble liten. Forsøket godtgjør at de vel 2 døgn som saltet har kunnet innvirke på nålene, er for kort tid til at det fører til ødeleggelse av nålene. Bare på steder hvor regnet ikke kan ha klart å vaske alt saltet vekk, har det kunnet bli en del brune nåler. Av forsøket fra mai syntes det å fremgå at også 3 døgns innvirkning av saltet heller ikke er lang nok tid til dette.

Regnet fortsatte temmelig jevnt så det var vanskelig å få til nye forsøk som nedbøren ikke skulle spolere. Først midt i august lå det bedre an med hensyn til været.

14de august ble det strødd ut 15 g pulver på en gren som var godt dekket for den indre halvdels vedkommende. Allerede 22.de var det mange rødbrune nåler å se på den indre halvdel av grenen, men ikke noen på den ytre halvdel. Antallet økte etterhvert, og i slutten av september ble det tellet opp 500 brune nåler på den grenen som var blitt pudret og dessuten ca. 1200 på 2 grener under den. Nedbørtallene den første tid etter utstrøingen av saltet var: 1 dag 0,1 mm, 2dre dag 0,0, 3dje dag 0, 4de dag 0, 5te dag 0, 6te dag 0,4, 7de dag 0, 8de dag 4,0. Også her må regnet ha skyllet klorkalsiumet bort fra de deler av grenen som sto fritt til. Og den nedbørmengde som har bevirket dette, må h vært den ubetydelige på o.1 mm allerede dagen etter nålene hadde fått pulveret over seg. Til gjengjeld må det ha vært en atskillig svakere utvasking av saltet på den indre del av grenen hvor det snart opptrådde et betydelig antall brune nåler. Men at regnet også her har gjort seg gjeldende, ser man av at det var ennå flere døde nåler å finne under den grenen som var brukt til forsøket. Klorkalsiumoppløsning må altså ha dryppet fra denne og ned på grenen under. Den skade som klorkalsiumet har vært årsak til må, iallfall for forsøksgrenens vedkommende, i det vesentligste være blitt gjort i løpet av de 6 eller kanskje 8 dager nærmest etter utstrøingen. Da var som nevnt allerede et stort antall av nålene blitt brune. Nedbøren som kom 6te og 8de dag må ha vasket med seg en stor del av det saltet som ennå var tilbake, og resten, hvis det var noe igjen, må ha blitt fjernet 14de dag da det kom hele 21,8 mm regn.

17. august fikk 3 grener som var blitt pudret med klorkalsium 11te juli, men da uten positivt utslag, nye og like store mengder av saltet som første gang. 2 g fremkalte bare hvite prikker på nålene, med 5 g var det 4 brune nåler etter 5 døgn, og etter 5 uker 25 på den noe over-

dekkede indre del av grenen. At flere nåler allikevel var blitt svekket uten at det kom til syne om høsten, viste seg senere idet det i januar det følgende år kunne telles 250 brune nåler på grenen. Formodentlig har de ikke tålt frosten så godt som de friske. Med 10 g var det allerede etter 5 døgn atskillige døde nåler å se på den indre halvpart av den strødde gren, foruten på grenen under den. 5 uker etter utstrøingen ble det tellet opp 200 på den pudrede gren og 300 på grenen under. I dette forsøket var det ingen nedbør de 2 første døgn, 3dje 0,4, 4de 0, 5te 4,0, 6–9de 0,2 og 10de 21,8. Regnet 3dje og 5te dag har fjernet saltet fra den utsatte del av grenen og utvilsomt mere eller mindre også fra den indre del av den, omtrent som i foregående forsøk, bare i litt sterkere grad.

I september ble det foretatt nye forsøk.

1/9.	2 g blandet med veistøv.	25/9	4 brune nåler.
	4 g rent salt.	»	5 brune nåler + 100 på grenen under
	4 g blandet med veistøv.	»	50 brune nåler på en nedhengende sidegren.
	5 g blandet med veistøv.	»	5 brune nåler.
	7 g blandet med veistøv.	»	160 brune nåler + 30 på grenen under.
5/9.	2 g rent salt.	»	0 brune nåler.
	2 g blandet.	»	0 brune nåler, i jan. 1940 7 brune.
	4 g rent salt.	»	7 brune nåler, i jan. 1940 25 brune.
	4 g blandet.	»	0

Regn har tydelig influert sterkt på utfallet. Bare hvor nålene har vært beskyttet av grener over den strødde, er det fremkommet brune nåler i nevneverdig antall. Nedbørtallene i de nærmeste dagene etter at klorkalsiumet ble strødd ut var:

2	sept.	0,2 mm
3	»	0 »
4	»	0,2 »
5	»	0 »
6	»	0 »
7	»	0,1 »
8	»	0 »
9	»	2,2 »
10	»	0 »
11	»	2,3 »
12–14	»	0 »

De små regnmengdene som kom snart etter at forsøkene startet, var store nok til å forebygge eller sterkt minske den skade som uten tvil ville blitt

følgen hvis det ikke var kommet noe regn. Øyensynlig har 0,1 mm 2nen dag + 2,2 mm 4de dag betydd sterkere utvasking enn 0,2 mm 1ste dag + 0,2 mm tredje.

16/9 3 g rent salt. 26/9 ingen brune nåler. Etterhvert noen slike, i alt 30.
3 g rent salt. 26/9 30 blass brungrå nåler.
4 g i blanding 26/9 3 nåler med brune spisser, i jan. 1940 35 slike.

Nedbørtallene for dagene etter 16/9 var 0, 0,1, 0,1, 0, 0, 0,2 og senere i måneden ikke noe regn.

Også denne ubetydelige nedbørmengde har vært tilstrekkelig til å hindre saltet i å ødelegge mere enn et forholdsvis lite antall av nålene. Og det var bare der hvor baret til en viss grad var beskyttet at de brune nålene var å se.

Klorkalsiumet ble gjerne strødd ut om etterniddagene, og bare når grenene var tørre. Snart etter, og iallfall innen neste dag hadde saltet suget så meget fuktighet til seg at nålene var blitt våte og glisende. Dette var lett synlig når det var blitt brukt litt større mengder av stoffet, og både kvister og nåler hadde da dette utseende. Med mindre mengder ble enten bare en del av nålen fuktig, eller det dannet seg noen små dråper på nålene, og de fikk ikke et jevnt overdrag av konsentrert oppløsning av saltet som med noe større mengder, og sådan dråpedannelse var ikke sjelden å se. Meget alminnelig kom det i så tilfelle etterpå til syne hvite prikker der hvor dråpene hadde ligget, men hvor disse før eller senere ble vasket bort av regn. Sådanne nåler ble ikke brune senere.

Det ser i henhold til foran omtalte iakttagelser ut til at det i første rekke er været de nærmeste dagene etter at klorkalsiumet er strødd ut som er avgjørende for hvorvidt det oppstår skade på nålene eller ikke. Kommer det regn i den tiden, selv om det er meget lite, helt ned til o.l mm, kan det være nok til at noen synlig skadevirkning uteblir. Det synes å være tilstrekkelig hvis det drypper litt fra grenene. Bare der hvor det står tette grener over som beskytter mot regnet, kan det bli klorkalsium tilbake i tilstrekkelig mengde til å ødelegge nåler, og dette kan skje selv om nedbøren i så tilfelle er temmelig stor.

I alle de foran omtalte forsøk kom det regn så snart etter utstrøingen at den rene virkning av saltet ,uforstyrret av nedbøren, ikke kom frem i noe tilfelle. Men det hendte jo temmelig ofte at nåler ble ødelagt når kvistene de satt på var mer eller mindre godt beskyttet av grener over dem, og av sådanne tilfelle lar det seg allikevel gjøre å trekke formentlig noenlunde pålitelige slutninger med hensyn til hvor meget klorkalsium det må til for å ødelegge den enkelte nål. Av de noterte iakttagelser fra de forskjellige forsøk kan man også få kjennskap til hvor lang tid de i de enkelte tilfelle tar, før innvirkningen gir seg synlig utslag.

Som vi har sett av de anførte tall fra forsøkene, kan ødeleggelsen av baret med den mengde salt som ble anvendt på en grenflate som i de fleste tilfelle var 12–18 dm, være meget stor når det blir brukt 10 til 20 g, ganske iøynefallende med 5 til 7 g, mens antallet av brune nåler oftest var lite med 2 og 3 g.

Hvor det ble brukt 10 og 15 g, var det allerede 5 og 8 døgn et stort antall brune nåler å se. I ett tilfelle, ved 2 gangers behandling med 5 g var det etter andre utstrøing fremkommet 4 brune nåler etter 5 døgn, antallet økte til 25 i slutten av sept., en måned senere og i jan. neste år var det ikke mindre enn 250. Hvis det med 4, 3 og 2 g overhodet fremkom skade, ble nålene brune først etter 3 til 5 ukers forløp. I en rekke tilfelle ble det konstatert at antallet av ødelagte nåler økte etterhvert i flere måneder etter at de første fremkom.

Store mengder klorkalsium ødelegger altså nålene etter kort tids forløp. Mindre mengder skader også, men skadens omfang blir mindre og det tar lengre tid før nålene blir brune. Hvis det kommer regn etter at store eller middels store mengder av salter er strødd ut, uteblir ofte ikke virkningen helt, men skaden blir liten og viser seg sent.

Når man vil søke å komme etter hvor meget klorkalsium som skal til for å ødelegge en nål, må man for det første vite hvor meget av det det utstrødde saltet er blitt heftende på nålene og for det annet hvor mange nåler som sitter på den bestrødde grenflate.

Som tidligere omtalt vil det være så at en ikke ubetydelig del av den klorkalsiummengde som blir strødd på en gren, går mellom nålene og faller ned, og det ble nevnt at denne del ved forsøk ble funnet å utgjøre fra 10 til over 30% av den hele mengde, alt etter hvor tett kvistene satt og hvor tett det var med nåler på dem. Videre må også noe trekkes fra fordi en del blir liggende på barken av kvistene og som i det vesentlige forblir uvirksomt. Det kan kanskje anslåes til ca. 10%. Så må det samlede antall nåler på den strødde gren telles. I alle de refererte forsøk vasket regnet klorkalsiumet bort fra en større del av grenen så det meget ofte ikke opptrådte brune nåler på dette avsnitt, mens sådanne kunne finnes på den overdekkede del hvor utvaskingen kunne være forholdsvis liten. At nedbøren også her gjorde seg gjeldende og kan ha fjernet en større eller mindre del av det saltet som nålene hadde fått på seg, ser man av den ting at det jevnlig var å finne brune nåler på grenen under den strødde, når en sådan var plasert således at den kunne ta imot dryppet fra grenen over. Å vite hvor meget av saltet går tapt på denne måten, kan man ikke, og det vil sikkert variere sterkt fra tilfelle til tilfelle. Når man vil prøve å bestemme hvor meget av saltet som skal til for å gjøre det av med hver enkelt nål, må man regne med hele den mengden som nålene

fikk på seg, men må da være oppmerksom på at dette er mere enn den mengde som faktisk har virket på nålene, fordi utvaskingen har fjerner noe av saltet. På den annen side vil det være slik at bare en del av nålene på det overdekkede avsnitt av grenen blir drept, og det kan skyldes at saltet ikke er blitt jevnt fordelt. Noen av nålene har fått mere på seg enn andre, og det er kanskje bare de første som har fått så meget at saltet har kunnet ødelegge dem. Regnes det da med den gjennomsnittlige mengde som går med for i det hele å fremkalle skade, blir det tallet man da får for lavt. Så de to mengder kan kanskje til en viss grad kompensere hverandre. I de eksempler som er anført i det følgende, er det tatt med de tilfelle hvor det i det hele er fremkommet brune nåler, uansett om det var få eller mange sådanne på grenen.

Det er i de fleste tilfelle trukket 30 % fra den mengde klorkalsium som ble strødd ut. Var det åpen nålebesetning ble det trukket fra 35 %, var den tett ble det trukket 25 % fra. Det er også tatt med i tabellen noen forsøk hvor det ble strødd mere enn en gang på samme gren, og hvor bare siste pudring bevirket fremkomst av brune nåler. Her må det antas at også forutgående utstrøing har hatt noen virkning på nålene, og det er da her blitt regnet med at den halve saltmengde har virket på nålene, en antagelse etter hvilken mengden sikkert ikke er for lavt anslått. Disse tall vil selvsagt være mere usikre enn de øvrige som heller ikke kan ansees for å gi mere enn tilnærmet riktige verdier.

I nedenstående tabell betyr «bl.» at klorkalsiumet var blandet med veistøv. Tallet i parentes angir at nålene bare hadde fått brune spisser. Hvor det er føyet til tall med + foran, angir disse antallet av brune nåler på grenen under den strødde.

Av disse beregninger går det frem at når klorkalsium i en mengde av 1,5 til 5 g er blitt strødd ut på grangrener med en flate på 12 til 18 dm^2, er saltet årsak til at noen få eller opp til et par hundre av nålene ødelegges og blir brune, og at det da gjennomsnittlig falt 1/5 til 3/4 mg av stoffet på hver nål. Hvis man ser bort fra de 2 tilfelle hvor antallet av brune nåler var meget lite, kan vi si at en gjennomsnittlig mengde på vel 0,5 mg klorkalsium pr. nål kan være tilstrekkelig til å ødelegge et ikke ubetydelig antall nåler. I de 2 forsøkene hvor ødeleggelsen var størst, var 2,6 % av nålene brune. Hvor større mengder klorkalsium ble brukt, lå gjennomsnittsmengden pr. nål på 1,4 til 3 mg, men antallet av ødelagte nåler lå også betydelig høyere enn med mindre mengder. Hvor nålene hadde fått 10,5 g, var i alt 1700 nåler blitt brune, svarende til 47 % av alle nålene på grenen. De brune nålene sat sågodtsom alle på den indre, overdekkede del, mens regn hadde hindret fremkomst av sådanne på den ytre halvdel. I tallet 1700 er medregnet de brune nålene som var frem-

Tabell 1.

Forsøket startet *Experiment started*	$CaCl_2$ utstrødd på nålene *sprinkled on needles* brutto	netto	Nåleantall *Number of needles*	$CaCl_2$ pr. nål *pro needle*	Brune nåler *Brown needles*
1/9.....	2 g	1,4 g	8400	$\frac{1400}{8400} = 0{,}17$ mg	4
5/9.....	2 g bl.	1,4 g	6600	$\frac{4001}{6600} = 0{,}21$ mg	7
16/9.....	3 g	2,1 g	5000	$\frac{2100}{5000} = 0{,}42$ mg	30
1/9.....	4 g bl	2,8 g	5200	$\frac{2800}{5200} = 0{,}54$ mg	50
1/9.....	4 g	2,8 g	4800	$\frac{2800}{4800} = 0{,}58$ mg	105
16/9.....	4 g bl.	3,0 g	4000	$\frac{3000}{4000} = 0{,}75$ mg	(35)
11/7.....	5 g	3,5 g	5650	$\frac{3500}{6550} = 0{,}62$ mg	80
1/9.....	7 g bl.	4,9 g	7200	$\frac{4900}{7200} = 0{,}68$ mg	160 + 30
14/8.....	15 g	10,5 g	3600	$\frac{10500}{3600} = 2{,}92$ mg	500 + 1200
10/7.....	20 g	14,0 g	10000	$\frac{14000}{10000} = 1{,}40$ mg	55
11/7, 17/8, 1/9	2+2+2	2,6 g	5000	$\frac{2600}{5000} = 0{,}52$ mg	125 + 90
11/7, 16/9	3+3 g	3,15 g	7200	$\frac{3150}{7200} = 0{,}44$ mg	30
11/7, 17/8	5+5 g	5,25 g	7000	$\frac{5250}{7000} = 0{,}75$ mg	250
11/7, 17/8	10+10 g	10,5 g	5500	$\frac{10500}{5500} = 1{,}91$ mg	200+300

kommet på grenen under den strødde. Nå er det høyst sannsynlig at regnet direkte vasket bort en del av det klorkalsiumet som lå på nålene også på den indre halvpart, likesom man ikke kan regne med at nålene på grenen under har oppfanget alt det som dryppet ned fra grenen over denne,så man kan nok gå ut fra at de 10,5 g som grenen fikk, hadde vært fullt tilstrekkelig til å ødelegge alle nålene hvis ingen bortvasking hadde funnet sted .Det må videre også antas at et betydelig større antall

brune nåler ville være fremkommert ved utstrøing av mindre mengder av saltet enn det som ble funnet, under forutsetning av at regn ikke hadde vasket bort en stor del av saltet, fordi det også her var så at de ødelagte nålene bare satt på en mindre del av den indre halvpart av grenen.

Også i 1940 ble det anstillet en del forsøk, i juni, september og oktober. Det ble brukt de samme mengder klorkalsium til omtrent like store grenflater med nåler som året før. Men det kom regelmessig en del regn de nærmeste dagene etter utstrøingen så at det i de fleste tilfelle ikke ble bevirket noe skade. I enkelte av forsøkene kunne det dog finnes en del brune nåler hvor grenen var godt dekket av bar over, i ett tilfelle endog hvor det dagen etter utstrøingen kom ikke mindre enn 23,5 mm nedbør. I et forsøk fra 19de oktober syntes betingelsene for å få frem rikelig med brune nåler å ligge godt til rette. Men det resulterte bare i noen få sådanne, hvor det var strødd ut 6 og 8 g klorkalsium, til tross for at grenen var godt overdekket og at det bare første døgn etterpå kom så lite som o. 1 g regn og deretter intet de følgende 9 døgn. Årsaken til dette må sikkert ha vært at det dugget sterkt flere netter, til dels så sterkt at det dryppet av grenene om morgenen.

Også i 1941 ble det gjort noen forsøk. De første ble anlagt i mai, idet det på den tid av året kunne være best håp om å få flere dagers tørrvær etter strøing. Det ble brukt 1, 2, 3, 4 og 5 g klorkalsium. Om dagen var det overveiende tørt og klart vær, og det støvet på veiene. Hele den første uken var det noen kuldegrader om nettene. 3dje, 6te og 8de døgn kom det i hver av dem 0.1 mm regn, forøvrig var det intet helt til 13de døgn etter strøingen og meget lite en uke til etterpå. Nedbøren 3dje og 6te døgn kom sne, men det lot ikke til å innvirke noe større på det glinsende saltbelegget som straks etter utstrøingen hadde dannet seg på nålene. Men den nedbøren som kom, må vel allikevel sammen med duggen som la seg mot kvelden og som frøs til rim om natten og nok tinte om dagen, ha bevirket at skaden på nålene ble ubetydelig. Det var bare et lite antall brune nåler å se, og flest på den grenen som hadde fått 3 g, ferre etter 4 og 5 g, antagelig fordi grenene her lå mere utsatt til for nedbøren. Foruten de brune nålene var det hvite prikker å se på atskillige av de grønne nålene. En sådan svak reaksjon på innvirkning av klorkalsiumet hadde også gjort seg gjeldende i siste forsøk i 1940. 4 døgn etter utstrøingen hadde vært uten nedbør. Så kom det sludd og sne, og sneen lå på grenene i 2 døgn. Da den var smeltet, var også klorkalsiumoppløsningen på nålene borte. Grenene hadde vært mer og mindre godt dekket. Men resultatet var bare en del hvite prikker i varierende mengde, flest etter 8 g salt, den største mengde som ble brukt.

Sommeren og den første del av høsten 1941 var regnfull, men i

september ble det igjen anstillet noen forsøk. Det ble strødd ut 2, 3, 4, 6, 8 og 10 g i 2 forsøk 1ste og 5te sept. De forskjellige mengder klorkalsium ble alle strødd på grener rundt ett og samme tre i hvert av de 2 forsøkene. 1ste sept. var luften så fuktig at pulveret allerede en time etter at det var strødd ut, var blitt til dråper på nålene. Et døgn senere pøste regnet ned, og det kom i alt 6 mm. Dråpene var stort sett vekk dagen etter,men på noen av grenene hadde nålene beholdt det våte, glinsende overtrekket av saltoppløsningen, mest på grenene som hadde fått 6 g. Disse befant seg mest i le av regnet. I 6 døgn etterpå regnet det ikke, og det belegget som var igjen, holdt seg upåvirket av litt regn 8de og 9de dag, inntil en stri skur 11te dag tok det bort. I forsøket fra 5te sept. kom det noen dråper 1ste og 2net døgn uten å skade, og saltoppløsningen holdt seg også bra på nålene gjennom det sparsomme regnet som kom 4de døgn. Takpapp som ble lagt over grenene hindret regnet 5te dag å gjøre skade. Men 7de dag lå takpappen ikke over, og den strie skuren som kom den dag, tok det meste av belegget bort. Av tabellen nedenfor kan man

Tabell 2.

Forsøket 1/9 *Experiment 1/9*	Antall nåler *Number of needles*	$CaCl_2$ pr. nål *pro needle*	Brune nåler *Brown needles*	Forsøket søket 5/9 *Experiment 5/9*	Antall nåler *Number of needles*	CaCl/ *pr. nål pro needle*	Brune nåler *Brown needles*
2 g	–	–	0	2 g	6670	$\frac{1400}{6670} = 0{,}21$	32
2 g	5500	$\frac{1400}{5500} = 0{,}25$	0+61	3 g	3400	$\frac{2100}{3400} = 0{,}62$	48+140
4 g	–	–	0	4 g	4800	$\frac{2800}{4800} = 0{,}58$	21
4 g	–	–	0	4 g	4400	$\frac{2800}{4400} = 0{,}63$	42
5 g	8450	$\frac{3500}{8450} = 0{,}42$	67	6 g	7700	$\frac{4200}{7700} = 0{,}55$	58
6 g	8400	$\frac{4200}{8400} = 0{,}50$	198+85	6 g	7800	$\frac{4200}{7800} = 0{,}54$	1080+51
6 g	5520	$\frac{4200}{5520} = 0{,}76$	295+35	8 g	9300	$\frac{5600}{9300} = 0{,}60$	1220+80
10 g ..	–	–	0	10 g	8100	$\frac{7000}{8100} = 0{,}86$	295
10 g	–	–	8	10 g	7680	$\frac{7000}{7680} = 0{,}91$	600

se hvorledes det stilte seg med skaden på nålene i disse 2 forsøk. Nåleantallet på de strødde grenene ble tellet, og den gjennomsnittlige mengde klorkalsium som hver nål fikk på seg er regnet ut, etter at 30% er trukket fra den utstrødde mengde.

De tall som finnes i kolonnen for brune nåler etter + tegnet er antallet av sådanne på grenen under den strødde. I disse forsøk opptrer likesom i de før omtalte forsøk også hvite prikker på nålene i de tilfelle hvor virkningen av klorkalsiumet ikke var sterk nok til at det forekom brune nåler. Dette var således tilfelle i de 4 utstrøinger fra 1/9 hvor det var brukt 2 g, 4 g og 10 g.

Av tabellen fremgår det at det er meget god overenstemmelse mellom resultatene her og i de tidligere forsøk. Det trer klart frem i hvor høy grad virkningen av klorkalsium er av nedbørens størrelse de nærmeste dagene etter at saltet er strødd ut, og hvilken stor rolle det spiller om de pudrede grenene er beskyttet av grener over eller ikke. I forsøket fra 1/9 fremkom det i de fleste tilfelle få eller ingen brune nåler ,og hvor det var var et større antall, var disse å finne bare der hvor grenen hadde vært overdekket. De 6 mm regn første dag må ha vasket bort størstedelen av saltet. I forsøket fra 5/9 fikk klorkalsiumet anledning til å innvirke temmelig uforstyrret i 6 døgn, og det var langt flere brune nåler enn i forsøket som startet 4 dager tidligere. Hvis man sammenholder antallet av brune nåler som er fremkommet etter påstrøing av like store mengder klorkalsium i disse forsøk med antallet fra tabell 1, vil man se at det alt i alt var atskillig flere i forsøket fra sept. 1941 enn i 1939. Men de relativt små mengder på 4,2 og 5,6 g var det blitt flest brune nåler, og de utgjorde for begge omkring 14% av det hele antall strødde nåler. Den gjennomsnittlige mengde klorkalsium som hver enkelt nål hadde fått på seg, lå i de fleste tilfelle i 1941 på 0,5–0,6 mg, stort sett litt lavere enn i 1939.

Tidligere var det blitt konstatert at hvis det kom regn så snart etter utstrøingen av klorkalsiumet som i løpet av de 2 eller 3 første dagene, fremkom det ingen brune nåler på de deler av grenen som hadde vært utsatt for regnet. Innvirkning av saltet i 3 døgn var altså for kort tid til at det resulterte i synlig skade i form av brune nåler. I forsøket fra 5. sept. 1941 fikk saltoppløsningen ligger på nålene i 6 døgn, og følgen var at et til dels meget stort antall nåler ble drept.

4. *Mikroskopering av nålene fra forsøkene.*

De symptomer som kom til syne på grantrærne ved skadevirkning som skyldes klorkalsium, var som det fremgikk av det tidligere anførte, noe forskjellige eftersom stoffet ble opptatt gjennom røttene eller påvirk-

ningen skjedde gjennom nålene. I første tilfelle ble praktisk talt alle nålene på ett eller flere årsskudd, først og fremst på yngste årsskudd, rødbrune, ofte med en forutgående blass gråbrun farge, mens det i det annet mest satt grønne og rødbrune nåler om hverandre, og jo kraftigere innvirkningen hadde vært, desto større var andelen av de brune, og de satt ikke fortrinnsvis på yngste årsskudd.

Nåler også fra forsøkene ble undersøkt i mikroskopet. Det var de samme tegn på innvendig skade hos nålene i de 2 serier, og sykdomstegnene her stemmer godt overens med dem som er omtalt for nålene fra Mona skog. Noen variasjon kunne det være fra den ene nål til den annen. Således fantes i de pudrede nåler i noen tilfelle sammenklappede, i andre stive celler i grunnvevet og videre dels nesten normale, dels ødelagte bladgrøntkorn. Krystaller forekom i noen nåler i lite antall, i andre var det temmelig mange. Brunfargingen kunde være svakere eller sterkere, lite eller mere omfattende ,men gikk ut over de samme elementer i nålene fra forsøkene som i nålene fra Eidsberg.

De sykdomstegn som mest regelmessig fantes når en nål var blitt brun, var:

Brunfarget innhold av en del eller et større antall av epidermiscellene.
Brunfarget celleinnhold av assimilasjonsvevets ytterste cellelag som grenser til rekken av hypodermcellene. Det hadde skrumpet inn og lå inn mot cellenes yttervegg.
Svært vanlig var også de små ,noe tykkveggete cellene som støter direkte til epidermis der hvor hyprodermis ikke er utviklet, brune.
Enkelte eller mange av cellene i endodermisringen hadde brunt innhold.
Brune var også de meget små, tynnveggete silvevcellene i karrstrengene Videre også enkelte celler eller en mindre gruppe av celler ut for endene av silvevstripen.
Dessuten hadde leppecellene i spalteåpningene ofte brunt innhold, og heller ikke sjelden var veggene i forgården brune. Forgården kunne også være fylt av en brun substans.
Ved sterk innvirkning av klorkalsiumet kunne det være mere enn det ytterste cellelag av assimilasjonsvevet som hadde fått brunt sammenskrumpet innhold, og cellene selv kunne i stor utstrekning være klappet sammen. Ofte hadde et større eller mindre antall av cellene i dette vevet krystallinske klumper i cellene. Klorofyllkornene var ofte forsvunnet. Men de kunne også finnes i sin vanlige form, da gjerne i midtpartiet av nålen, i andre tilfelle så det ut som om de holdt på å flyte bort og bli oppløst.
Ikke sjelden var også cellene i epitelringen omkring harpiksgangene brune

I noen tilfelle hadde epidermiscellenes tykke yttervegg fått en lys gul farge.

De nevnte symptomer kunne begynne å gjøre seg gjeldende allerede før det utvendig var noe brunt å se på nålen. Således viste en nål som i 2 døgn hadde hatt det glinsende, fuktige klorkalsiumbelegget på seg, enkelte svake sykdomstegn av vanlig art. Det samme ble funnet i den grønne delen av en halvt brun nål og i grønne nåler som satt mellom brune nåler på en gren som var blitt pudret med saltet.

I nåler som bare hadde fått hvite prikker etter behandlingen, var det som regel lite å se. Men det kunne forekomme brune celler i epidermis eller straks under den, brunlige spalteåpninger eller svak brunfarge i celler i karstrengen. Enkelte steder hadde ytterveggen under sådanne hvite prikker begynt a flise seg opp, og innenfor var enkelte av parenkycellene blitt tydelig brune.

Hvis man av det som foreligger av data fra de i det foregående omtalte forsøk med utstrøing av klorkalsium på baret av grantrær og av den nærmere undersøkelse av nålene etterpå, prøver å trekke slutninger med hensyn til hvorledes dette stoffet ødelegger nålene, kan man ikke godt komme til noen annen forklaring på det enn at klorkalsium i oppløst form trenger inn i nålen gjennom overhuden og deretter utøver skadelig virkning på cellevevet inne i nålen. At spalteåpningene skulle spille noen nevneverdig rolle som passasje for saltoppløsningen er lite sannsynlig. Man vet jo at om en vanndråpe ligger over en spalteåpning, vil ikke vannet derfor uten videre passere åpningen og komme inn i bladet. Således må det antas at en saltoppløsning også forholder seg. I det foreliggende tilfelle hvor det befant seg en konsentrert oppløsning av klorkalsium på nålene kunne det muligens stille seg litt anderledes, idet det her kunne komme til en viss kjemisk virkning på celleveggen. Men hvis det gikk noe av klorkalsiumet inn gjennom spalteåpningene, skulle man vente å finne merker av dets skadelige virkninger på cellene fra spalteåpningen og innover i nålen. Men noe sådant ble ikke konstatert i noe tilfelle. Riktignok var det ikke sjelden å se at de små ,ovale cellene som lå ved siden av leppecellene direkte under epidermis, var blitt brune, men dette kunne like godt skrive seg fra at klorkalsium hadde gått inn gjennom overhuden på det stedet.

Dette problemet, opptagelse av vann gjennom bladene av en plante er noe som har vært gjenstand for eksperimenter allerede for lang tid tilbake. Men det har da gjerne dreiet seg om blad av urtaktige vekster eller iallfall om relativt tynne blad. Det kan kanskje være av interesse å ta frem noen eksempler på sådanne i denne forbindelse.

Fra 1870-årene kan nevnes at *J. Bøhm* utførte en del forsøk med pralbønne og konstaterte at delvis visnede planter kom seg når bladene ble dukket i vann, videre at planter hvis blad av og til ble dyppet i svake oppløsninger av næringssalter, holdt seg lenge friske.

J. Wiesner, 1882, fastslo at blad av Cyclamen med spalteåpningsfri bladoverside kunne oppta vann, men at opptagelsen foregikk lettere gjennom bladets underside.

W. Pfeffer, 1904, konstaterte ved plasmolyseforsøk på bladflater uten spalteåpninger at kutikulaen til en viss grad er gjennomtrengelig for vann. Betingelsen for vannopptagelse er bare at overflaten kan vætes.

K. Wetzel, 1942, undersøkte under hvilke forhold vann kunne trenge inn i blad gjennom spalteåpningene. Etter en regnnatt eller etter lengre opphold i fuktig luft er de åpne. Størrelsen av spalteåpningene har lite å bety. Det som har betydning er om kutikularlisten på leppecellene blir vætet, og hvorledes de fysikalske forhold stiller seg. Blir gasstrykket i det indre av bladet lavere, opptas det vann lettere og raskere, således som det skjer ved avskjøling -kjølig regn. Men allerede Wiesner uttaler i 1882 at stomata er regulatorer for gassvekselen og ikke er vannabsorbsjonsorganer, en nå forlengst fastslått kjensgjerning. Om kutikulaen sier han: «Selbst wenn sie recht kraftig entwickelt war, bot sie für die Wasseraufnahme kein unüberwindliches Hindernis.»

Og når vann kan komme igjennom, må også en oppløsning av salter kunne passere. Det har man kjent til og benyttet seg av i flere tilfelle. Lider en plante av jernmangel, blir den grønn igjen når bladene blir vætet med en svak oppløsning av jernsulfat eller jernklorid. Noe helt tilsvarende gjelder for magnesiummangel og manganmangel hos frukttrær. Et godt middel mot disse sykdommene er å sprøyte bladene med en oppløsning av et magnesium- henholdsvis mangansalt. I sådanne tilfelle er det altså godtgjort at salter kan trenge gjennom kutikula og overhud inn i det indre cellevev.

Rent umiddelbart skulle man nok være tilbøyelig til å mene at saken ville ligge anderledes an for bartrærnes nåler, hvor kutikulaen er forholdsvis tykk og epidermiscellenes yttervegg er meget tykk.

Med hensyn til opptagelse av vann i grannåler foreligger det en del undersøkelser av *M. G. Stålfelt* i et arbeide over granens vannforbruk fra 1944. Han fant at den kutikulære transpirasjon kunne være betydelig under fuktige forhold når kutikulaen hadde svellet opp, mens den var meget liten i tørke. Og han fremholder at når vann kan passere innenfra og ut, bør det også kunne gå den motsatte vei. Han gjorde forsøk med 5–10 årige graner hvorav noen hadde fått røttene skåret vekk mens andre hadde beholdt sine. De overskårne stengler og røttene ble om-

viklet med vokspapir for å hindre noe vann å bli tilført plantene ad den vei. Når plantene befant seg i en tilstand med underskudd på vann, ble de plasert ute i regnvær. Det viste seg da at de for en betydelig del kunne få erstattet sin deficit gjennom regnet, mens dette bare i ubetydelig grad ble tilfelle ved duggdannelse.

Et forhold som uten tvil er meget avgjørende når det gjelder gjennomtrengelighet for vann i cellevegger, er disses struktur og det kjemiske innhold av de stoffer som bygger den opp. Man vet at den består av kutinisert cellulose avvekslende med lag rike på pektin, og disse lag ligger parallelt med overflaten. Kutin hindrer vann i å komme gjennom, mens pektinet lar vannet passere. Ved undersøkelse av bladene hos eple i forbindelse med inntrengen av sprøytevæsker i dem fant *Roberts* m. fl. (1948) at de nevnte lag ikke var jevne og ensartede, men ujevnt kornet. Kutinlamellene lå bare parallelt med epidermiscellenes yttervegger, mens pektinet ikke bare dannet tynne lag vekselvis med kutinet, men også bredte seg som avbrutte innbyrdes parallelle bånd eller linjer loddrett på overflaten. Dette gjør at væsker meget lettere kan trenge inn i vevene enn de ellers ville kunne. Farger man snitt av grannåler med rutheniumrødt, reagenset for pektinsubstanser, vil man se at celleveggene blir farget røde, lagene nærmest cellerommet sterkest. Sådan farge får også epidermiscellene, og rødfargen går flere steder langt ut i den tykke ytterveggen. Når de ting som er nevnt i det foregående tas i betraktning, blir det lettere å å forstå at klorkalsiumet kan trenge gjennom overhuden og inn i nålens indre.

5. *Kjemisk analyse av nålene.*

Det lå nær å mene at hvis klorkalsium var kommet inn i nålene på den ene eller annen måte, måtte dette kunne påvises på kjemisk vet. Resultatet av analyser hvor innholdet av både kalsium og klor ble bestemt, anføres nedenfor. Nålene ble før analysene rystet og skyllet i alminnelig vann flere ganger og til slutt i destillert vann for å fjerne klorkalsium og støv fra dem og så tørket. Analysene ble utført ved Landbrukskjemisk institutt på Landbrukshøgskolen.

A. Nåler fra forsøkene.

I. Fra forsøkene med utstrøing av klorkalsium over nålene. Yngre trær som vokste i leirholdig jord.

	% Ca	% Cl.
1. Nåler som var blitt brune etter pudring.	2,94	0,52
2. Nåler fra ikke strødde grener av samme tre.	1,12	0,03

II. Fra forsøkene med utstrøing på jorden omkring stammen. Trær på morenejord.

3. Nåler som var blitt brune. Årgang 1939.	0,87	0,49
4. Nåler fra samme grener som 3, men fremdeles grønne.(eldre årganger).	0,87	0,49
5. Fra friske trær like ved som ikke hadde fått klorkalsium.	0,76	0,07

Tallene viser en slående forskjell mellom de trær som hadde fått klorkalsium og de som ikke hadde fått, spesielt hva innholdet av klor angår. Mens de friske nålene inneholder omkring 5/100%, inneholder de syke 10 ganger så meget, likegyldig enten de hadde fått saltet direkte på nålene eller fra jorden. For kalkens vedkommende stiller det seg litt anderledes, idet det er gått meget mere kalk inn i nålene ved pudring enn når klorkalsiumet ble gitt på bakken. I første tilfelle inneholder de syke nålene mere enn det dobbelte av hva de friske gjør, i annet tilfelle bare litt mere. At kalkinnholdet er høyere hos de trær som vokste i leirjord enn i morenegruset, var å vente.

Det ser etter analysene ut til at det er klorinnholdet først og fremst, kanskje dette alene, som fremkaller de unormale forandringer i nålens cellevev. Det synes å være så at når mengden av dette stoff stiger over det normale innhold, oppstår skaden etterhvert inne i nålen, og når innholdet nærmer seg 0,5%, viser nålen også utvendig sykdomssymptomer, nemlig fargeforandringen.

En øking av kalkinnholdet som i serie II på bare 0,1% skulle knapt vente ville gremkalle sykelige forandringer.

Vi skal så se på analysene av nåler fra Mona skog.

B. Nåler fra Mona skog.

	% Ca	% Cl.
1. Fra halvdødt tre i veikanten med vesentlig døde nåler. Treet var 1 m høyt.	1,26	0,46
2. Fra høyt tre sterkt støvet, 1 m fra veikanten. med mengder av rødbrune nåler avvekslende med grønne	1,16	0.49
3. Fra et høyt tre med en del brunrøde nåler. Mindre støvet. 1,5 m fra veikanten.	0,98	0.61
4. Høyt tre med bare grønne nåler, lite men tydeligstøvet. 10 m fra veien.	0,52	0,37
5. Høyt tre friskt og grønt, ikke merkbart støvet. 50 m inne i skogen.	0,51	0,09

Analysen viser tall som stemmer utmerket med de foregående analysers. Innholdet av klor holder seg også her under 0,1% i de friske nålene, og ligger nær 0,5% for de syke. (det var bare de brune nålene i 1, 2 og 3 som ble tatt og analysert). Kalkinnholdet økte, jo nærmere treet sto veien.

Støvingen er tydelig også ganske langt fra veien. Men hverken for det blotte øye eller ved hjelp av analysen kunne det konstateres noen skade på et tre som sto 10 m borte og som tydelig var en del støvet.

Det er bare de trærne som har fått de største mengder av støv over seg som utvilsomt er blitt skadet. Dette ser man med det blotte øye, og det fremgår av analysen at det må være så. Og overensstemmelsen i de kjemiske analyser med hensyn til innholdet av klor og kalk mellom nålene fra forsøkene og nålene fra trærne i Mona skog er så stor at det kan sies med full sikkerhet at den konstaterte skade på trærne langs veien her må skrive seg fra klorkalsiumet i veistøvet.

Foruten analyser av nåler ble også kalk- og klorinnholdet i veigruset og i jorden under noen av de syke og friske trærne bestemt. Da befaringen fant sted i mai, var det ikke ennå foretatt noen utstrøing av klorkalsium det år på veien. Det var derfor ikke å vente at det skulle være noe større av dette stoff igjen i gruset etter høstregnet og snesmeltningen.

C. Analyser av jord og løs veigrus.

	% Ca.	% Cl.
1. Veigrus (soldet gjennom et 1 mm sold).	0,24	0,28
2. Gruset som dannet det øverste lag ved veikanten utenfor veien.	0,22	0,04
3. Muldholdig sandjord under 2 døde trær 1,5 m fra veikanten, høyere enn veien.	0,12	0,01
4. Muldholdig sandjord under friske trær, 1,5 m fra veikanten.	0,04	0,02
5. Sandmuld under friske trær 6 m fra veien	0,05	0,06
6. Sandmuld under halvdøde trær nær veien i skråning opp fra denne.	016	0,05
7. Sandmuld under friske trær 50 m fra veien.	0,09	0,05

Tallene viser lavt og litt varierende innhold av klor i jordprøvene. Da klorinnholdet ikke er høyere under døde og syke trær en under de friske, må de mengder av dette stoff som jorden uten tvil må ha fått med støvet fra veien året før, være forsvunnet. Anderledes ser det ut til å være med kalken. Innholdet av dette stoff er både i den sandblandede grunnen

og i den mere muldholdige jorden høyere under de syke og døde treær enn under de friske. Det må vel tydes så at det ikke er så helt ubetydelige mengder klorkalsium som jorden har fått direkte med støvet eller som med støvet har drysset over trærne og derfra er kommet ned i jorden.

I veigruset er innholdet både kalk og av klor høyere enn i jorden. Spesielt av klor er det slett ikke ubetydelige mengder. Det må formentlig forklares således at veigrus som er blitt behandlet med klorkalsium, gir en ganske fast og kompakt veibane, hvorfra klorkalsiumet ikke så lett vaskes ut. Det er såvidt jeg vet også erfaringen fra praksis. Det løse gruset som fantes på veien er antagelig dannet i den tørre perioden som hadde vart en tid da befaringen fant sted, og har ikke vært utsatt for utvaskning.

Etter de forsøk som er blitt utført, hvorved det i hovedtrekkene er skaffet klarhet over hvorledes klorkalsium virker på grantrærne gjennom tilførsel fra røttene av og ved utstrøing over nålene, og ved sammenstilling med de helt parallelle sykdomssymptomer og analyseresultater for trærne fra riksveien i Eidsberg, synes saken å ligge klar an.

Det er klorkalsiumet i veidekket som er årsak til det sykelige utseende som en del av trærne ganske nær veien hadde fått. Skaden skriver seg temmelig sikkert ikke fra klorkalsium som ved opptagelse gjennom røttene er kommet opp i kronen og har skadet nålene. For å ødelegge nålene på denne måte skal det meget store mengder av stoffet til, så store trær som det her dreier seg om ,og så store mengder kan ikke godt være tale om at veistøvet har kunnet tilføre jorden. Men denne form for skade kan nok ha vært medvirkende når småtrær i veikanten er ødelagt.

Skaden på nålene må være frembragt av klorkalsiumholdig veistøv som har lagt seg på nålene og skadet dem ved at saltet er trengt inn i nålenes indre. Selv om en klorkalsiumstrødd vei begjærlig trekker fuktighet til seg og binder støvet, vil allikevel i meget tørt vær en sådan vei etter en tids forløp begynne å støve, og klorkalsium følger med. Og går det en tid før det blir strødd på nytt, kan betydelige mengder av stoffet være føket tilværs og ha lagt seg over vegetasjonen i veiens omgivelser. Det er sikkert bilene som i vesentlig grad lager støvet av veidekket og som videre evner å sende det så høyt tilværs at det når opp til tretoppene. Det ble utmerket demonstrert ved befaringen av det veistykke saken gjelder. Her kom de i stor fart med en svær støvsky efter seg, og denne tok veien hvor de naturlige forhold tilsa at den måtte gå, og avlastet støvet på trær som stod passende til.

Slik må det ha gått for seg også sommeren 1938. Vårmånedene det året var meget tørre men uten lengere sammenhengende tørrværsperioder. Juni hadde derimot større nedbør enn normalt, men omkring midten av

måneden var det en 14 dagers tid nesten ingen nedbør, bare 3 mm ble målt ved den meteorologiske stasjon på Ås. Da kunde det ha vært betingelser for støving på veien. I juli lå forholdene ennå bedre til rette for støvdannelse. Måneden hadde en nedbørmengde på 2 3 av det normale, og det regn som kom i tiden fra 20de juli til 11de aug., var ganske små mengder som hurtig tørket bort i den tildels meget sterke varme som rådet i den tiden. Hvis det da ikke ble passet riktig godt på med strøing av klorkalsium, kunne det støve kolossalt. O såvidt jeg kan forstå er gruset i Brennemoens grustak av sådan beskaffenhet at det lett tørker ut og at det skal meget klorkalsium til for å binde det. Videre til bortimot slutten av august var det fremdeles lite regn. Sept. og okt. hadde derimot store nedbørtall. Det er derfor nærliggende å mene at det i den nevnte, tørre, varme periode av sommeren 1938 har støvet så meget efter riksvei nr. 6 at skaden på granene er oppstått da. Det må være kommet så meget klorkalsium på nålene at saltet etter å ha suget til seg av den fuktighet som fremkommer ved nålenes transpirasjon og av nattefuktigheten mellom trærne forøvrig har kunnet danne et skikt med konsentrert oppløsning over nålenes hud, og da det fortsatt har vært tørt vær, har saltet fått tilstrekkelig tid til å trenge igjennom overhuden og til å gjøre seg skadelig gjeldende i nålenes indre. Som påvist i de refererte forsøk skal det ikke så lang tid til før skaden er skjedd, særlig når mengden av klorkalsium er en del større enn den som akkurat er tilstrekkelig til å fremkalle synlig ødeleggelse av nålene. Og forsøkene viste at selv under mindre gunstige betingelser, var en mengde som svarte til ca. 0,5 mg klorkalsium gjennomsnittlig pr. nål nok til å ødelegge et betydelig antall nåler på en gren når det ble strødd i finpulverisert form ut over nålene.

Under naturlige forhold vil det vel gå for seg på den måte at når en tørkeperiode setter inn, og det er blitt så tørt at det begynner å støve på vei hvor det er blitt strødd med klorkalsium, vil støvet litt etter litt legge seg på nålene, det blir mere etter hvert, saltet vil suge til seg fuktighet fra luften som her imellom granene ikke er så tørr som ved veien, og virkningen på nålene begynner å gjøre seg gjeldende. Varer da tørken tilstrekkelig lenge, blir nålene drept. Et stort tap av nåler vil selvsagt i betydelig grad nedsette trærne assimilasjon og dermed deres vekst, inntil nye nåler etter noen år kanskje kan ha erstattet de tapte.

Man hører leilighetsvis om skade på baret av grantrær som er formodet å skyldes veistøv. Men det skulle ikke være grunn til å frykte for noen alminnelig eller hyppig opptredende skade på skogen ved å strø grusveiene med klorkalsium. Det skal sterk varme og tørr luft til før det begynner å støve på en vei hvor det brukt klorkalsium for å dempe støvet, og svært lenge pleier det ikke å vare, før det kommer en regnskur. Og

meget nedbør skal det ikke til for å forhindre at det oppstår skade. Vi hørte i det foregående at endog så lite som 0,1 mm er nok til å vaske saltet av grener som blir utsatt for regnet.

Det er ikke små mengder klorkalsium som brukes på våre veier. Som tidligere anført går det med omkring 1 kg pr. m² i løpet av sommeren hvis det må strøs flere ganger – i henhold til meddelelse fra vegvesenet i Akershus. Og fra vegdirektørens kontor blir det opplyst at det i 1958 er beregnet å medgå 25 000 tonn til støvdemping på riks, fylkes og bygdeveier.

IV. Sammendrag.

Beretningen gjelder undersøkelse av en skade som opptrådte på graner langs en vei i Østfold og forsøk som ble foretatt for å bringe årsaken på det rene.

Baret på den side av trærne som vendte mot veien var i stor utstrekning blitt rødbrunt, mens nålene på baksiden av trærne stort sett var friske og grønne. Trær som sto lenger vekk fra veien var friske eller bare ubetydelig skadet. Værst var det gått ut over en del graner som vokste hvor veien gikk i en svak kurve. Den dag befaringen fant sted, var veibanen meget tørr, og støvskyen sto høyt etter bilene som kjørte forbi. Når de bøyde av i den nevnte kurve, fortsatte støvskyen rett frem og drysset støv i store mengder helt til topps over de høye granene som sto der. Veien var året før blitt strødd med klorkalsium for å dempe støvet.

Ved mikroskopering av de syke nålene ble det konstatert sykelige forandringer i deres cellevev. Visse celler hadde fått et brunt innhold, både i og straks under overhuden og i karstrengene i midten av nålen.

En hel del forsøk ble foretatt for å søke å finne ut hvorledes klorkalsium virker på gran, dels ved å strø stoffet i pulverform over nålene og dels ved å strø det ut på jorden over røttene.

I forsøkene i 1ste serie ble pulveret strødd ut på en grenflate på 10 til 18 dm² i en mengde av fra 2 til 20 g. Det hendte at skaden kom for dagen allerede etter 5 til 8 dagers forløp, i så tilfelle hvor de større mengder var blitt brukt, men ofte tok det flere uker, til dels måneder før var rødbrune nåler å se. I en rekke tilfelle oppsto det ingen synlig skade overhodet. Ikke sjelden fremkom det brune nåler på den indre del av en gren hvis den der var dekket av grener over, mens ingen brunfarging var å se ellers på grenen. Disse meget varierende resultater viste seg å henge sammen med nedbørmengden.

Når nålene hadde fått klorkalsiumet på seg, opptok saltet hurtig fuktighet fra luften, og når mengdene av saltet ikke var alt for små, fikk

nålene et fuktig, glinsende overtrekk av klorkalsiumoppløsning på seg. Når det kom meget lite av stoffet på nålen dannet det seg bare dråper bortover på den. Fikk denne konsentrerte væsken virke på nålene tilstrekkelig lenge, ble nålene i første tilfelle brune, mens det i annet tilfelle bare var hvite prikker å se på dem. Det viste seg at innvirkning av saltet i inntil 3 døgn var for kort tid til at det førte til skade i form av brune nåler, mens noen dager ytterligere kunne resulterte i åt dette ble tilfelle. Men kom det regn i løpet av de første dagene, ble saltet vasket av nålene, og skaden uteble. Og endog en så liten nedbør som 0,1 mm kunne være tilstrekkelig. Den mengde klorkalsium som var stor nok til å forårsake dannelse av brune nåler, var mindre enn 0,5 mg pr. nål, men større mengder fremkalte et betydelig større antall av sådanne.

Hvis en mengde av saltet ikke var stor nok til å bevirke fremkomst av brune nåler, var det ikke dermed sagt at nålen var like frisk som før. Det viste seg at en senere påvirkning av selv små mengder av saltet da kunne bevirke at nålene ble brune. Svake skadevirkninger vil altså kunne oppsummeres.

Ved mikroskopering av de syke nålene fra forsøkene ble helt tilsvarende sykdomstegn funnet som når de rødbrune nålene fra granene ved veien i Østfold ble undersøkt.

Forsøkene med å la trærne oppta klorkalsium gjennom røttene ga som resultat at det måtte temmelig store mengder til for å oppnå skade på trærne, og disse mengder varierte sterkt etter trærnes størrelse. Småbusker, 3 til 5 dm høye, led ingen skade hvis det ble strødd ut 25 til 150 g av saltet på jorden under grenene. Noen rødbrune nåler fremkom det på trær som var 0,5 til 1 m høye, når det ble brukt 250 g, og det samme var tilfelle når et 2,5 m høyt tre fikk 500 g. Ble det gitt 1 kg til trær på 2,5 a 3 m, ble atskillige av nålene, særlig på siste årsskudd, rødbrune. Ble det brukt 2 kg til noe større trær, ble de skadet på lignende måte. Men ble det strødd klorkalsium på jorden over røttene av meget store trær, var det ingen skade å oppdage endog om det ble gitt dem opp til 8 kg pr. tre.

Ble de syke nålene underkastet kjemisk analyse, fremgikk det av resultatet at de syke nålene hadde et langt høyere innhold av klor enn de friske, og dette gjaldt både nålene fra forsøkene og fra de syke granene ved veien i Østfold. Innholdet av kalsium var likeledes høyere i de syke nålene enn i de friske, men forskjellen var atskillig mindre enn for klorets vedkommende.

Undersøkelsen hadde dermed meget klart godtgjort at skaden på trærne ved veien i Østfold skyldtes klorkalsiumholdig veistøv.

LITTERATUR

Bøhm, J.: Uber die Aufnahme von Wasser und Kalksalzen durch die Blåtter der Feuerbohne. Landwirtsch. Versuchsst. 20, 1877.
Haselhoff, E., Bredemann, G. und Haselhoff, W.: Entstehung, Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden. Berlin, 1932.
Immendorf, H. und Weber, C. A.: Siebenjahrige Untersuchung dauernder Grünlandes, das von Kaliabwässer führendem Flusswasser überspült wird. Landw. Versuchsst. 109, 1929, 127–224.
Orth:Landwirtschaftliche Beurteilung der Versalzung der Wiesen etc. Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundh.amt. 17, 1900, 243–280.
Pfeffer, W.: Pflanzenphysiologie, 1904.
Roberts, E. A., Southwick, M. D. and Palmiter, D. H.: A microchemical examination of Mc Intosh apple leaves showing relationship of cell wall constituents to penetration of spray solutions. Pl. Physiol. 23, 1948, 557.
Ståfelt, M. G.: Granens vattenförbrukning och dess inverkan på vattenomsätningen i marken. Kgl.Lantbr.akad. Tidsk. 6, 1944, 425–505.
Wetzel, K.: Die Wasseraufnahme der høheren Planzen. Flora, N. F. 17, 1924, 221–269.
Wiesner, J.: Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen. Sitz.ber. der Wiener Akad. der Wissensch. Mat.-naturw. Kl., Bd. 86, 1882.

Injury to Norway Spruce Caused by Calcium Chloride used to Combat Road Dust.

In the spring of 1939 a report was received concerning considerable damage to Norway spruce trees along a main highway i Østfold i Norway. An inspection showed that many of the spruces nearest to the road had reddish-brown needles on the side facing the road, whereas the neddles on the opposite side were, for the most part, healthy and green. Trees growing somewhat farther away from the road were not injured, or only slightly so.

Because of the one-sided effect, it seemed reasonable to assume that the injury was not produced through the roots, although occasionally a young tree might be found, which had turned completely brown. The road had been treated with calcium chloride. Along an untreated side-road the spruces were healthy. In one particular spot, where the road made a slight curve, even the tallest trees were discolored right to the topp. On the day of inspection the roadbed was very dry, automobiles leaving large clouds of dust behind. Where the cars swung around the mentioned curve the dust clouds continued straight ahead, the tall trees growing there being powdered with dust to the very top.

A microscopic examination of the brown needles showed morbid changes in the interior cells of the needles. The cells of the epidermis, the stomata, the hypodermis, the chlorophyll-bearing tissues, cells in the vascular bundles and the resin canals, all displayed a more or less brown color. The contents of the parenchymatic cells had shrunk, and i many of them crystals of calcium oxalate were present. Trees growing 10 m. away from the road also displayed weak signs of injury. The above symptoms

were generally more or less unilaterally distributed troughout the needles. This, too, seemed to indicate that the damage did not originate throught the roots, but was more probably produced through some action upon the needle surface.

Calcium chloride is generally applied at a rate of 1 kg. per sq. m. in a few or several applications throughout the summer. Much of it is liable to be washed away by rain. However, when the air is sufficiently dry, it is most probable that the substance could be carried with the dust, thereby being spread at a certain distance on either side of the road.

A series of experiments was conducted to ascertain the effect of calcium chloride on spruce. This was done, partly by spreading the pulverized substance upon the needles, partly by sprinkling it on the ground above the roots. Both small and large trees were used as experimental objects.

When calcium chloride was sprinkled upon the ground, the first symptom indicating a positive effect, was a pale brownish-grey color of the needles. After a while the color changed to reddish-brown, this color appearing more rapidly with heavier applications. The discoloration might take place within a week after the application. Often a few weeks might pass, however, before the damage became manifest. Most often the 1-year-old shoots developed the symptoms first, but it also happened that the injury first became evident on the needles of the 2 and 3-year-old twigs. At times only one side of the trees was discolored.

Twenty young and eleven old trees were included in the trials. The results were as follows: Small trees displayed the previously mentioned symptoms, the degree of injury depending upon the size of the trees and the quantities applied. From 25 to 2000 g. og calcium chloride were applied to each tree. No visible damage resulted from applications up to 120 g. 1 m.-tall trees were somewhat injured by 250 to 500 g. and 2 m.-tall trees by 500 g. or more. No visible injury was caused to large trees by applications up to 8 kg.

Pines were not intentionally included in the experiments, but mention should be made of the fact that some young pines growing among the small spruce trees, showed no discoloration while the spruces were injured.

About 50 trees were used in the experiments in which pulverized calcium chloride was spread upon the needles. 2–20 g. of the substance were applied to medium-sized branches on an area of 10–18 sq. dm., once or in some cases twice. The salt was used either pure, or mixed with dust. Already after five days the symptoms might appear, provided the applications were not too small. Very often several weeks passed before any discoloration was visible. In a number of cases no reaction occurred at all. In some cases no injury to the powdered needles themselves

appeared, but the needles of the branch below turned brown. In other cases the inner part of the powdered area showed the symptoms, but not the outer part of it. The results therefore varied greatly. It seemed natural to think that rainfall exerted a certain influence. The results of the experiments were therefore studied in relation to the precipitation figures.

It appears from the experiments that an application of 2 g on the said area did not generally cause any discoloration, but with a dose of 3–4 g the effect appeared more frequently. An application of 5–10 g was, however, necessary to give a general and marked manifestation of injury. After a negative result from the first application of calcium chloride, it often happened that the same quantity applied a second time to the same branch produced the brown needles.

When the figures regarding precipitation were seen in relation to the injury to the needles it appeared that the length of the interval between application and first rainfall was especially important, also the amount of rain received. When rain came within two or three days after the application, no injury appeared. About 0,1 mm. of rainfall was sufficient to prevent the discoloration. However, even when the precipitation amounted to several mm. and totally washed the salt away from the more exposed parts of the powdered branch, the inner and well-protected parts of it often discolored considerably. This was also the case with the branch below. Evidently the solution of the salt had been dripping from the branch above, thus causing the damage.

The calcium chloride was spread out in dry weather. But very soon humidity was absorbed from the air and the needles became most and shiny overnight, at least after large or medium-sized applications. When small doses were given, tiny droplets developed on the needles, later appearing as small white dots.

When calculating the least amount of calcium chloride able to produce the reddish-brown color of the needles, it was found that as little as half a mg of the salt per needle was sufficient. (Tab. 1 and 2.).

Chemical analyses proved that the injured needles contained far more chlorine than the healthy ones, this being true both of the experimental trees and the spruces along the road in Østfold.

Trykt hos J. Chr. Gundersen
Oslo - 1958